

**Załącznik nr 2a**

# Autoreferat

**Dr inż. Jarosław Sikorski**  
Centrum Doskonałości GADAM  
Zakład Zastosowań Radioizotopów  
Instytut Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktyczne  
Politechnika Śląska, Gliwice  
2019

**1. IMIĘ I NAZWISKO**

Imię: Jarosław  
Nazwisko: Sikorski

**2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE – Z PODANIEM NAZWY, MIEJSCA I ROKU ICH UZYSKANIA ORAZ TYTUŁU ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

- 1993 – 1998      Studia dzienne – Wydział Matematyczno-Fizyczny, Politechnika Śląska, Gliwice, kierunek: Fizyka techniczna, specjalność: Fizyka środowiska  
Od IX semestru indywidualny tok studiów  
Opiekun: dr hab. inż. Tomasz Goslar
- 02.07.1998      Stopień magistra inżyniera na kierunku Fizyka Techniczna, w zakresie specjalności Fizyka środowiska, Wydział Matematyczno-Fizyczny Politechnika Śląska, Gliwice  
Praca magisterska: *Efekt samoabsorpcji w pomiarach promieniotwórczości naturalnej próbek stałych metodami spektrometrii gamma* z wynikiem bardzo dobrym z wyróżnieniem.  
Promotor: dr hab. inż. Jan Skowronek
- 30.06.1998      Ukończenie Studium Doskonalenia Pedagogicznego w Politechnice Śląskiej z wynikiem bardzo dobrym.
- 30.06.2000      Ukończenie Studium Doskonalenia Pedagogicznego dla nauczycieli akademickich. Ośrodek Badań i Doskonalenia Dydaktyki, Politechnika Śląska z wynikiem bardzo dobrym
- 1998 – 2003      Studia doktoranckie, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Śląska, Gliwice
- 03.12.2003      Stopień doktora nauk fizycznych, Wydział Matematyczno-Fizyczny, Politechnika Śląska, Gliwice  
Rozprawa doktorska: *Rekonstrukcja historii depozycji osadów w zbiorniku wodnym Kozłowa Góra na podstawie pomiarów izotopu ołowiu  $^{210}\text{Pb}$*   
Promotor: prof. dr hab. inż. Andrzej Bluszcz
- 2004 – 2005      Studia podyplomowe *Methods of Absolute Dating and Applications*, Wydział Matematyczno-Fizyczny, Politechnika Śląska, Gliwice

**3. INFORMACJA O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH/ARTYSTYCZNYCH**

- 1998 – 2004      Asystent  
Politechnika Śląska, Wydział Matematyczno-Fizyczny, Instytut Fizyki, Zakład Zastosowań Radioizotopów
- 2004 – 2010      Adiunkt  
Politechnika Śląska, Wydział Matematyczno-Fizyczny, Instytut Fizyki, Zakład Zastosowań Radioizotopów

od 31 sierpnia 2010 Adiunkt  
 Politechnika Śląska, Instytut Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktyczne,  
 Zakład Zastosowań Radioizotopów

**4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA WYNIKAJĄCEGO Z ART. 16 UST. 2 USTAWY Z DNIA 14 MARCA 2003 R. O STOPNIACH NAUKOWYCH I TYTULE NAUKOWYM ORAZ O STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI (DZ. U. 2016 R. POZ. 882 ZE ZM. W DZ. U. Z 2016 R. POZ. 1311.):**

**A) TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO/ARTYSTYCZNEGO**

**Późnoolocenijskie zmiany klimatu i antropogeniczne zapisane w osadach torfowych w świetle pomiaru izotopu  $^{210}\text{Pb}$**

**B) AUTOR/AUTORZY, TYTUŁ/TYTUŁY PUBLIKACJI, ROK WYDANIA, NAZWA WYDAWNICTWA, RECENZENCI WYDAWNICZY**

Ozn.	Publikacje składające się na osiągnięcie habilitanta	L. cyt.	IF
H1	Sikorski J., 2019. A new method for constructing Pb-210 chronology of young peat profiles sampled with low frequency. <i>Geochronometria</i> 46: 1-14.	-	1,119
H2	Piotrowska N., De Vleeschouwer F., Sikorski J., Pawlyta J., Fagel N., Le Roux G., Pazdur A., 2010. Intercomparison of radiocarbon bomb pulse and $^{210}\text{Pb}$ age models. A study in a peat bog core from North Poland. <i>Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B</i> 268(7-8): 1163-1166.	13	1,042
H3	De Vleeschouwer F., Sikorski J., Fagel N., 2010. Development of lead-210 measurement in peat using polonium extraction. A procedural comparison. <i>Geochronometria</i> 36: 1-8.	11	0,860
H4	Śmieja-Król B., Fiałkiewicz-Kozieł B., Sikorski J., Palowski B., 2010. Heavy metal behaviour in peat – a mineralogical perspective. <i>Science of the Total Environment</i> 408(23): 5924-5931.	31	3,190
H5	Fiałkiewicz-Kozieł B., Śmieja-Król B., Piotrowska N., Sikorski J., Gałka M., 2014. Carbon accumulation rates in two poor fens with different water regimes: Influence of anthropogenic impact and environmental change. <i>Holocene</i> 24(11): 1539-1549.	5	2,283

H6	Fagel N., Allan M., Le Roux G., Mattielli N., Piotrowska N., Sikorski J., 2014. Deciphering human-climate interactions in an ombrotrophic peat record: REE, Nd and Pb isotope signatures of dust supplies over the last 2500 years (Misten bog, Belgium). <i>Geochimica et Cosmochimica Acta</i> 135: 288-306.	4	4,331
H7	Pawełczyk F., Chróst L., Magiera T., Michczyński A., Sikorski J., Tudyka K., Zajac E., 2017. Radiocarbon and lead-210 age-depth model and trace elements concentration in the Wolbrom fen (S Poland). <i>Geochronometria</i> 44(1): 40-48.	1	1,119

### C) OMÓWIENIE CELU NAUKOWEGO/ARTYSTYCZNEGO WW. PRACY/PRAĆ I OSIĄGNIĘTYCH WYNIKÓW WRAZ Z OMÓWIENIEM ICH EWENTUALNEGO WYKORZYSTANIA

#### Wprowadzenie

Metoda wykorzystująca radioaktywny izotop ołowiu  $^{210}\text{Pb}$  jako narzędzie datowania osadów jest szeroko rozpowszechniona w badaniach środowiskowych. Jest to jedna z podstawowych i wiodących metod umożliwiających określenie chronologii profili. Stosowana jest dla próbek, których wiek nie przekracza kilkuset lat. Zasięg metody wynikający z czasu połowicznego zaniku  $^{210}\text{Pb}$  ( $T_{1/2}=22,26$  lat) wynosi 150-200 lat.

Podstawą metody jest wykorzystanie zaburzenia równowagi promieniotwórczej w podsegu radowym, który jest fragmentem naturalnej rodziny promieniotwórczej  $^{238}\text{U}$ . Datowanie izotopowe, dzięki znajomości półokresu rozpadu badanego pierwiastka i zastosowaniu prawa powszechnego zaniku, umożliwia określenie wieku mierzonego materiału z dużą dokładnością.

Celem moich badań naukowych jest wykorzystanie spektrometrycznych pomiarów aktywności izotopu  $^{210}\text{Pb}$  do analizy późnoholoceńskich zmian klimatycznych i antropogenicznych, w tym industrialnych, zapisanych w środowiskach sedymentacyjnych (głównie limnicznych i torfowych) oraz powiązanie wyników datowania najmłodszych osadów z innymi analizami – geochemicznymi, geofizycznymi i izotopowymi.

Badania młodych, stropowych osadów, wykorzystujące pomiary koncentracji radioaktywnego izotopu ołowiu, historycznie miały na celu rekonstrukcję zmian szybkości sedymentacji osadów morskich, lodowcowych, jeziornych lub rzecznych. Metodę ołowiową  $^{210}\text{Pb}$  z powodzeniem stosowano w rozlicznych akwenach wodnych różniących się powierzchnią i głębokością, nieza-

leżnie od szybkości sedymentacji czy klimatu (np. Luque i Julia, 2002; Xiang *et al.*, 2002; Gąsiorowski, 2008; Erlinger *et al.*, 2008; Kinder *et al.*, 2013).

Metoda ta stała się w ciągu minionych dziesięcioleci standardowym narzędziem limnologii, dającym podstawy chronologii młodych osadów. Przedstawione w dorobku dodatkowym [P5, N6] badania osadów jeziornych, zawierające wyniki uzyskane w pracy doktorskiej, stanowią niezaprzeczalny wkład w rozwój naukowy w dziedzinie. Badania te umożliwiły określenie syntetycznego modelu sedymentacji osadów w zbiorniku zaporowym Kozłowa Góra w okresie 60 lat jego eksploatacji, uwzględniającego czasową i przestrzenną zmienność warunków sedymentacji. Ze względu na specyfikę sztucznego zbiornika dotychczasowe techniki stosowane w tej metodzie były niewystarczające i dlatego autor zastosował pionierskie i nowatorskie rozwiązanie – modyfikację założeń metody ołowiowej, co umożliwiło określenie wieku osadów w tym zbiorniku.

Zastosowanie metody ołowiowej nie ogranicza się jednak do określenia chronologii sedymentacji zbiorników wodnych. Umożliwia ona również:

- datowanie: oprócz osadów jeziornych i morskich, także torfów, koralowców i gleb, jak również określenie szybkości narastania osadów,
- odczyt zapisanych w osadzie (także lodowcach, torfach, porostach, koralowcach) zmian, które miały miejsce w przeszłości,
- śledzenie obiegu metali ciężkich, transportu i akumulacji materii.

Ważnymi elementami środowiska, które mogą być datowane metodą  $^{210}\text{Pb}$  są osady torfowe (np. Turetsky *et al.*, 2004; Le Roux *et al.*, 2005; Mizugaki *et al.*, 2006; Ali *et al.*, 2008; Novak *et al.*, 2008; Olid *et al.*, 2008; Lamentowicz *et al.*, 2009; Zaborska *et al.*, 2007). Ostatnia dekada to okres intensywnego i prężnego rozwoju badań torfów – archiwów zawierających zapis zmian środowiska i antropopresji. Badanie torfowisk to zagadnienie, które jest w głównej mierze przedmiotem analiz omawianych w przedstawionych pracach stanowiących osiągnięcie naukowe.

Jednym z głównych aspektów badawczych związanych z datowaniem osadów jest problem tworzenia modeli wiek-głębokość. Modele te budowane są na podstawie pomiarów wieku próbki odniesionych do jej położenia w profilu (głębokości lub masy powierzchniowej). Takie przedstawienie wyników umożliwia w następstwie przeniesienie na skalę wieku wyników innych badań, określonych zazwyczaj na skali głębokości. Dzięki temu możliwe jest powiązanie

wyników wielowskaźnikowych analiz prowadzonych w szerokich zespołach badaczy. Z drugiej strony, opracowanie bezwzględnej kalendarzowej skali czasu możliwe jest jedynie we współpracy specjalistów wykonujących datowanie z przyrodnikami, gdyż tworzenie chronologii jest zadaniem niebanalnym i nie istnieją gotowe, uniwersalne metody opracowania modeli wiek-głębokość (np. Le Roux i Marshall 2010; Parnell *et al.*, 2011; Putyrskaya *et al.*, 2015; Tylmann *et al.*, 2016).

Badania stanowiące podstawę pracy habilitacyjnej wpisują się w coraz popularniejszy trend badań i datowania metodami wykorzystującymi izotopy radioaktywne. Ważne z punktu widzenia zmian industrialnych i klimatycznych są ginące obszary torfowisk śląskich, relatywnie słabo rozpoznanych. Przedstawione prace wnoszą unikalny wkład w porównaniu z innymi badaniami tego terenu z uwagi na znaczną liczbę oznaczeń wieku, a także ich wysoką precyzję. Istotne, z uwagi na ponadregionalny charakter, są badania porównawcze prowadzone dla torfowisk polskich i belgijskich.

Naukowy udział współautorów w pracach przedstawionych jako osiągnięcie habilitacyjne zawierają załączone oświadczenia. Poza pierwszą z publikacji – pozostałe nie są monoautorskie. Wieloautorski skład artykułów wynika z multidyscyplinarności prowadzonych badań. Są to projekty interdyscyplinarne, związane z koniecznością wykonania licznych, wielowskaźnikowych analiz. Wynikiem takiej współpracy autora są wielowątkowe, szeroko zakrojone i dogłębne interpretacje zmian środowiska.

**[H1] Sikorski J., 2019. A new method for constructing Pb-210 chronology of young peat profiles sampled with low frequency. *Geochronometria* 46: 1-14.**

W pracy [H1] zwrócono uwagę na fakt, że obecnie częstym trendem przy korzystaniu z metody ołowiowej, jest stosowanie modelowania wiek-głębokość z użyciem symulacji Monte Carlo, czy metody Bayesa. W takich podejściach stosowane jest aproksymowanie wieku. W opisywanej pracy metodycznej przedstawiono inne podejście – zastosowanie aproksymacji na wcześniejszym etapie – tzn. wyliczenia aktywności, a dopiero w następnym kroku wyliczenia wieku. Jest to innowacyjne wykorzystanie metody ołowiowej, umożliwiające konstrukcję krzywej wiek-głębokość z wysoką rozdzielczością, zapewniające rozwój metodyki metody datowania  $^{210}\text{Pb}$ .

Badania prowadzono dla 6 rdzeni z czterech stanowisk badawczych: torfowisk śląskich Bagna Bruch i Bagna Mikołeska – szczerzej opisanych w kolejnych artykułach [H4, H5], oraz Bagna

Bubnów i Durnego Bagna zlokalizowanych na terenie Poleskiego Parku Narodowego (realizacja grantu zespołowego prorektora UMCS „Czynniki determinujące strukturę przestrzenną podwodnego banku diaspor oraz jego rola w dynamice roślinności wodnej”).

W artykule przedstawiono dwa podejścia do określenia wieku. Klasyczne – gdzie wiek wyliczono z modelu datowania CRS bezpośrednio dla zmierzonych aktywności, oraz wykorzystujące aproksymację aktywności przed zastosowaniem modelu CRS. W metodzie wykorzystującej aproksymację, określono funkcję matematyczną najlepiej opisującą przebieg zmienności zmierzonych aktywności, niezależnie dla każdego z rdzeni. Funkcję najlepiej dopasowaną do pomiarów aktywności dla danego rdzenia określono w programie *TableCurve 2D* v5.01.01, który aproksymował ponad 3660 funkcji do danych wejściowych. Najistotniejszym kryterium wyboru optymalnego dopasowania było ich uszeregowanie od największej wartości statystyki F. Interesującym faktem jest, że otrzymano wspólną dla wszystkich rdzeni postać funkcji:  $\ln y = a + bx^c$ , gdzie:  $x$  – masa powierzchniowa ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ),  $y$  – koncentracja niepodtrzymywanego  $^{210}\text{Pb}$  ( $\text{Bq}/\text{kg}$ ),  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – parametry aproksymowanej funkcji. Różnice występowały jedynie w wartościach parametrów. Określenie tej funkcji ułatwiało analizę profili aktywności, ale przede wszystkim pozwoliło na ekstrapolowanie aktywności  $^{210}\text{Pb}$  dla głębokości, na których aktywność nie była zmierzona. Przedstawiona zależność, a także sposób jej określenia mogą być użyteczne dla innych badaczy zajmujących się datowaniem metodą ołowiową  $^{210}\text{Pb}$ .

W sytuacji, gdy obserwowane są wyniki odbiegające od aproksymowanego przebiegu aktywności, możliwe jest wychwycenie zaburzeń w osadzie – dzięki temu uzyskujemy lepszą kontrolę zachodzących w osadzie zmian. Wybór funkcji dopasowującej jest kluczowy nie tylko dla modelowania koncentracji  $^{210}\text{Pb}$ , ale także dla uzyskiwanego w następnym kroku modelu wiek-głębokość. Aproksymacja stosowana na poziomie aktywności uniezależnia metodę ołowiową od technik modelowania Monte Carlo czy bayesowskich i czyni ją w większym stopniu integralną, samodzielną techniką datowania.

Wyniki wieku uzyskane dwiema metodami, dla wszystkich badanych profili, określono jako zgodne w granicy pojedynczej niepewności pomiarowej. Dla warstw datowanych na lata wcześniejsze niż 1900 AD, zaobserwowano odmłodzenie osadów dla metody, gdzie wiek liczono po wcześniejszej aproksymacji aktywności. Takie odmłodzenie jest zgodne z obserwacjami innych badaczy wykorzystujących metodę ołowiową  $^{210}\text{Pb}$  (Gunten *et al.*, 2009; Tylman *et al.*, 2013).

Ponadto, otrzymany po aproksymacji aktywności model wiek-głębokość dla każdego rdzenia porównano z modelami uzyskanymi w programach: *SIT* (Carroll i Lerche, 2003), *OxCal* (P\_Sequence procedure, Bronk Ramsey, 2008), *Clam* (Blaauw 2010), *Bacon* (Blaauw i Christen 2011), i *Mod-Age* (Hercman *et al.*, 2014). Programy *OxCal*, *Clam* i *Bacon* umożliwiły określenie chronologii na podstawie wprowadzonego wieku próbki i jej głębokości w profilu osadu. Stosując programy *SIT* i *Mode-Age* określono modele wiek-głębokość bezpośrednio na podstawie aktywności niepodtrzymywanego  $^{210}\text{Pb}$  i położenia próbki w profilu. Porównanie modeli wykazało ich dobrą zgodność w granicach pojedynczej niepewności pomiarowej, obserwowaną dla wszystkich modeli od współczesności do lat 60-tych XX wieku, kiedy zarejestrowano zmianę szybkości narastania osadów. Modele wiek-głębokość otrzymane niezależnymi metodami dla starszych próbek są generalnie zgodne w granicy pojedynczej niepewności pomiarowej z wynikami otrzymanymi po zastosowaniu aproksymacji aktywności, z wyjątkiem modelu *SIT*. Program ten dla prezentowanych stanowisk badawczych wykazuje tendencję do linearyzacji generowanego modelu wieku. Jest to, szczególnie dla stanowisk gdzie zmienia się szybkość sedymentacji, przyczyną trudności w stosowaniu tego modelu.

W praktyce badawczej, tworząc kompleksowe modele wiek-głębokość często łączy się wyniki uzyskane metodą ołowiową dla najmłodszych osadów z wynikami datowania starszych warstw profili (stosując np. metodę  $^{14}\text{C}$ ). Wówczas po raz drugi modelowane – szacowane są wyniki datowania  $^{210}\text{Pb}$ . Rozwiązaniem jest, proponowane w artykule, stosowanie aproksymacji na wcześniejszym etapie.

Praca jest innowacyjna również dlatego, że dzięki aproksymacji aktywności możliwe jest datowanie obiektów niedostępnych metodzie ołowiowej w klasycznym podejściu – rdzeni, których głębokość jest mniejsza niż zasięg metody. Poprawność metody aproksymacji aktywności dla zbyt krótkich rdzeni przetestowano dla profili pobranych z torfowisk Bagno Bruch i Bagno Mikołeska, poprzez taką ich modyfikację, że odrzucono pomiary aktywności dla warstw głębszych niż 20 cm. Dla tych nowo powstałych zestawów danych aproksymowano w programie *TableCurve 2D* funkcję opisującą przebieg zmienności aktywności. Dla każdego z rdzeni porównano otrzymane w ten sposób aktywności podtrzymywanego ołowiu  $^{210}\text{Pb}$  z wartościami znanymi z pomiarów. Zastosowano test t-Studenta, który potwierdził, że otrzymane wartości są zgodne w granicach pojedynczej niepewności pomiarowej, a tym samym potwierdził przydatność metody aproksymacji aktywności dla krótkich rdzeni.



**[H2] Piotrowska N., De Vleeschouwer F., Sikorski J., Pawlyta J., Fagel N., Le Roux G., Pazdur A., 2010. Intercomparison of radiocarbon bomb pulse and  $^{210}\text{Pb}$  age models A study in a peat bog core from North Poland. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B* 268(7-8): 1163-1166.**

Jest to praca metodyczna przedstawiająca wyniki datowań wykonanych dwiema niezależnymi metodami – metodą ołowiową i radiowęglową. Torfowisko Słowińskie Błota znajduje się 8 km na południowy wschód od Darłowa, ok. 10 km od Morza Bałtyckiego. Jest to jedno z najlepiej zachowanych polskich torfowisk bałtyckich. Słowińskie Błota są torfowiskiem ombrotroficznym.

W pracy porównano modele wieku określone niezależnie dla pomiarów aktywności  $^{210}\text{Pb}$  i  $^{14}\text{C}$ , dla najmłodszej – stropowej warstwy torfów. Model wiek-głębokość dla metody ołowiowej  $^{210}\text{Pb}$  opracowano dla pomiarów spektrometrycznych wykonanych co jeden centymetr. Otrzymano eksponencjalny spadek aktywności z głębokością. Poziom ołowiu podtrzymywanego określono na głębokości 35 cm (34,5cm – 1824 AD). Zastosowano model datowania zakładający stałe tempo dostawy  $^{210}\text{Pb}$  – czyli model CRS. Datowanie  $^{14}\text{C}$  wykonano dla 14 próbek wyselekcjonowanych szczątków mchów torfowców (*Sphagnum*) lub innego materiału zidentyfikowanego botanicznie. W pomiarach koncentracji  $^{14}\text{C}$  wykorzystano technikę AMS. Model wieku zbudowano przy pomocy programu *OxCal* v4.0 i funkcji *P\_Sequence* (Bronk Ramsey, 2001, 2008).

Dla najmłodszych warstw, do głębokości ok. 14 cm, wyniki datowania są w bardzo dobrej zgodności. Dla głębszych warstw, do ok. 20 cm (1975 AD), różnice średnich wartości wieku nie przekraczają kilkunastu lat, przy czym w modelu  $^{14}\text{C}$  wartości wieku są przesunięte w kierunku starszych. Znaczne rozbieżności zarejestrowano jedynie dla najstarszych warstw, powyżej 30 cm (1915 AD), gdzie postarzenie wyników wyliczonych metodą radiowęglową sięga nawet 100 lat. W pracy podjęto próbę wyjaśnienia przyczyn rozbieżności wyników występujących dla najstarszych warstw. Określono naturalne i statystyczne ograniczenia każdej z metod. Dużym problemem jest występowanie niejednoznaczności (tzw. *wiggles*) w radiowęglowej krzywej kalibracyjnej dla datowanego okresu. Zwrócono również uwagę na fakt, że w każdej z metod datowany jest inny materiał i moment czasowy – wiek  $^{210}\text{Pb}$  związany jest z momentem depozycji cząstek aerozoli z atmosfery, a w metodzie  $^{14}\text{C}$  określany jest czas obumarcia rośliny. Wyliczono porównywalne dla obydwu metod datowania, średnie dla całego profilu szybkości sedymentacji. Wynoszą one 0,125 i 0,121 cm/rok odpowiednio dla modelu  $^{210}\text{Pb}$  i  $^{14}\text{C}$ . Obliczono szybkości sedy-

mentacji dla poszczególnych warstw. Dla najmłodszych osadów czas narastania centymetra profilu jest rzędu kilku lat, natomiast dla warstw najgłębszych jest to ok. 20 lat.

Prezentowane wyniki były związane z realizacją europejskiego projektu ATIS (“Absolute Time scales and Isotope Studies for investigating events in Earth and human history”, MTKD-CT-2005-029642). W ramach tego projektu w Instytucie Fizyki Politechniki Śląskiej odbywał 7- miesięczny staż naukowy dr Francois De Vleeschouwer. Określony w tej pracy model wieku stworzony na podstawie datowania  $^{210}\text{Pb}$ , powiązany z wynikami  $^{14}\text{C}$ , po uzupełnieniu został wykorzystany praktycznie w pracach [P3, P4].

**[H3] De Vleeschouwer F., Sikorski J., Fagel N., 2010. Development of lead-210 measurement in peat using polonium extraction. A procedural comparison. *Geochronometria* (36): 1-8.**

W pracy przedstawiono porównanie niezależnych chronologii określonych dla profilu z torfowiska Misten, położonego na płaskowyżu Hautes-Fagnes we wschodniej Belgii. Praca jest metodycznym, szczegółowym porównaniem dwóch procedur postępowania z próbkami przeznaczonymi do pomiarów aktywności  $^{210}\text{Po}$ , które są podstawą datowania metodą ołowiową  $^{210}\text{Pb}$ . Istotą pomiarów wykorzystujących spektrometrię promieniowania alfa jest określenie aktywności  $^{210}\text{Po}$ , będącego w próbce w równowadze promieniotwórczej z  $^{210}\text{Pb}$ . Etapem wstępnym jest rozpuszczenie próbki – przeprowadzenie polonu do roztworu, a następnie depozycja chemiczna polonu na powierzchni metalu (Edgington i Robbins, 1975; Ebaid i Khater, 2006). W pracy deponowano polon na powierzchni srebra, a następnie dla tak wytworzonego źródła promieniotwórczego mierzono jego aktywność. Kluczowym problemem jest preparatyka chemiczna mająca na celu rozpuszczenie badanego materiału, szczególnie dla próbek zawierających w swym składzie znaczny procent udziału frakcji mineralnej.

W pracy zaprezentowano innowacyjne w ołowiowej metodzie datowania podejście autorów – odzyskiwania Po ze spopielonej próbki. Porównano je z preparatyką klasycznie stosowaną dla potrzeb datowania ołowiowego. Opisano preparatykę stosowaną klasycznie, gdzie próbka jest traktowana gorącymi stężonymi kwasami ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ) oraz perhydrolem (30%  $\text{H}_2\text{O}_2$ ). W procesie odparowywania, prowadzonego częściowo w otwartych zlewkach teflonowych, zużycie każdego z odczynników wynosi ok. 20 ml na próbkę. Silnie egzotermiczne reakcje, szczególnie z udziałem gorącego  $\text{H}_2\text{O}_2$ , mogą prowadzić do niekontrolowanego odparowania, co wiąże się z koniecznością ciągłego monitorowania stanowiska laboratoryjnego. Natomiast po wstępnym

spopieleniu próbki (550°C) procesy chemiczne mogą być prowadzone w naczyniach zamkniętych, zużycie kwasów istotnie maleje (4ml HNO<sub>3</sub> i 2ml HCl), a perhydrol jest całkowicie wyeliminowany. Procedura spopielenia ogranicza ponadto potencjalne zagrożenie zdrowia związane z pracami laboratoryjnymi podczas odparowywania stężonych odczynników.

Określono aktywności właściwe ołowiu – <sup>210</sup>Pb dla 64 próbek (po dwie dla 32 warstw profilu o miąższości 1 cm każda). Dla każdej próbki wyliczono jej wiek z wykorzystaniem modelu datowania CRS. Skonstruowano dwa modele wiek-głębokość dla próbek preparowanych różnymi metodami. Poprzez porównanie aktywności dowiedziono dobrej, w granicach pojedynczej niepewności pomiarowej, zgodności wyników uzyskanych po zastosowaniu dwóch niezależnych sposobów preparatyki. Jednakże zwrócono uwagę na generalne zaniżenie aktywności dla zestawu danych uzyskanego po wstępnym spopieleniu. Jako potencjalną przyczynę zaniżenia aktywności wskazano możliwość utraty bardzo lekkiego i wysoce lotnego popiołu powstającego po spaleniu torfu. Rozważano ewentualne uwolnienie badanych izotopów w czasie spopielenia w formie aerozoli. Jednak kształt i położenie pików w widmie spektrometrycznym oraz badania literatury zaprzeczają tej tezie (Jia *et al.*, 2001; Kylander *et al.*, 2004).

W datowaniu dowiedziono, że wiek próbek określony niezależnymi metodami jest sobie równy w granicach podwojonej statystycznej niepewności pomiarowej, a dla ok. 60% wyników w granicach pojedynczej niepewności pomiarowej (średnia niepewność wieku to ok. 3 lata).

**[H4] Śmieja-Król B., Fiałkiewicz-Kozieł B., Sikorski J., Palowski B., 2010. Heavy metal behaviour in peat – a mineralogical perspective. *Science of the Total Environment* 408(23): 5924-5931.**

W pracy opisano badania torfowiska Bagno Bruch zanieczyszczonego pyłami atmosferycznymi. Badane torfowisko znajduje się w północnej części Wyżyny Śląskiej w dolinie rzeki Mała Panew, dopływu Odry. Prezentowane analizy rozpoczęły serię badań tego stanowiska przekształconego antropogenicznie i zanieczyszczonego metalami ciężkimi. Torfowisko położone jest 9 km na wschód od huty cynku i ołowiu, na północnej granicy Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, podlega ochronie w ramach sieci Natura 2000. Badania finansowane były z grantu „Wpływ procesów biogeochemicznych na obieg pierwiastków śladowych w torfowiskach zanieczyszczonych pyłami atmosferycznymi” (N N304 319136 MNiSW).

Dzięki analizie zdjęć z elektronowego mikroskopu skaningowego określono poziomy występowania charakterystycznych w swej strukturze pierwiastków, minerałów i konglomeratów powstających in-situ oraz allochtonicznych. Cząstki nieorganiczne, w zależności od pochodzenia, zostały pogrupowane na następujące kategorie: cząstki pyłu atmosferycznego (antropogeniczne i naturalne) oraz autigeniczne minerały pochodzące z torfowiska. Pozwoliło to na określenie obiegu zanieczyszczeń z atmosfery do torfowiska i w obrębie profili torfowych, a także rozróżnienia źródeł obserwowanych zanieczyszczeń, naturalnych bądź industrialnych. Występowanie sferoidalnych cząstek lotnego popiołu glinokrzemianowego oraz sferycznego tlenku żelaza, powstających ze spalania węgla kamiennego pochodzącego z lokalnych źródeł świadczy o zapisie działalności człowieka w warstwach torfu. Występowanie do głębokości 16 cm związków ołowiu (chlorki Pb, konglomeraty tlenku ołowiu z Sn, Sb, Zn i Cd) wiąże się z rozpoczęciem działalności kombinatu hutniczego w Miasteczku Śląskim – 1968 AD (Melaniuk-Wolny *et al.*, 2008).

Pomiary aktywności  $^{210}\text{Pb}$  umożliwiły wyliczenie wieku badanych próbek torfu. Wykonane datowanie i określenie modelu wiek-głębokość umożliwiło przeniesienie informacji zapisanych na osi głębokości na oś czasu, co było niezbędne do ich interpretacji w kontekście historii rozwoju torfowiska. Praca jest innowacyjna z uwagi na rzadko spotykane w literaturze równoczesne badania mineralogiczne i stabilności metali w warstwach torfu, dla cząstek pyłu atmosferycznego, zarówno antropogenicznych jak i naturalnych (Kalaitzidis i Christanis, 2003; Le Roux i Shotyk, 2007; Lopez-Buendia *et al.*, 2007). Takie badania dla stanowisk z dobrze zdefiniowaną skalą czasu są jeszcze radsze.

Wykonano również badania geochemiczne, które pozwoliły na rekonstrukcję antropopresji i zanieczyszczenia metalami na badanym terenie. Analiza wykresów zawartości metali ciężkich i pierwiastków śladowych wskazała na wyraźny wzrost wartości Pb, Zn, Cd, Cu w stropowej części profilu. Przykładowo zawartość Pb jest najwyższa w warstwie 10-16 cm, gdzie maksymalna koncentracja Pb to 238 mg/kg.

Dzięki zestawieniu wyników datowania, pomiarów geochemicznych i analiz zdjęć z mikroskopu elektronowego potwierdzono historyczny fakt rozpoczęcia działalności, a następnie rozwoju pobliskiej huty cynku i ołowiu.

**[H5] Fiałkiewicz-Kozieł B., Śmieja-Król B., Piotrowska N., Sikorski J., Gałka M., 2014. Carbon accumulation rates in two poor fens with different water regimes: Influence of anthropogenic impact and environmental change. *Holocene* 24(11): 1539-1549.**

Jest to kolejna praca dotycząca badań torfowisk śląskich. Obszar badawczy poszerzono o torfowisko Bagno Mikołeska. Pobrano i przeanalizowano kolejne dwa profile z Bagna Bruch (BB) i dwa rdzenie z pobliskiego Bagna Mikołeska (BM). Obydwa obszary to torfowiska przejściowe (wg Ekonomiuk *et al.*, (2004) – BB w przeszłości wysokie) znacznie różniące się powierzchnią. Obiekty te, ze względu na różną powierzchnię, różnią się reżimem wodnym. Dla zajmującego 5 ha BM poziom lustra wody jest bliski powierzchni torfowiska w ciągu całego roku. W 39 hektarowym Bagnie Bruch głębokość poziomu wody w odniesieniu do powierzchni torfowiska określono stosując pomiary piezometryczne. Pomiary rejestrowano co dwa, trzy tygodnie w latach 2007-2009 z wyłączeniem miesięcy zimowych. Średnio poziom wody to 19 cm poniżej powierzchni torfu, najniższy odnotowany poziom wynosił 33 cm [H4].

Na podstawie zmian z głębokością zmierzonych aktywności niepodtrzymywanego radioołowiu obliczono wiek poszczególnych warstw rdzeni. Chronologie otrzymane dla wszystkich analizowanych profili były zgodne w granicach pojedynczych niepewności pomiarowych. Datowania wykonano metodą ołowiową  $^{210}\text{Pb}$  niezależnie dla wszystkich profili, stosując model CRS. Wyznaczone modele wiek-głębokość wsparto pomiarami  $^{14}\text{C}$  AMS, dzięki czemu przedłużono chronologię (ograniczoną zasięgiem metody ołowiowej), przykładowo dla rdzenia BB1 do 4250 BC. Informacje zapisane w rezerwuarach jakimi są torfowiska mogą mieć wiele przyczyn. Często różne, niezależne od siebie czynniki są źródłem podobnej lub nawet identycznej odpowiedzi środowiska. Dla współczesnych badań środowiskowych bardzo istotne jest rozróżnienie, czy odczytana z profilu torfu zmiana wynika z przyczyn klimatycznych, czy też jest zapisem działalności człowieka. W pracy z powodzeniem podjęto próbę odpowiedzi na to pytanie. Opisano możliwość rozróżnienia źródeł klimatycznych i industrialnych dających taką samą reakcję środowiska i ten sam zapis w profilu torfowym.

Zarejestrowany dla Bagna Mikołeska na głębokości 47 cm (1536 AD) gwałtowny wzrost zawartości popiołu powiązany z maksimum gęstości i znacznym stopniem rozkładu torfu i wyjaśniono przyczynami klimatycznymi. Wynikająca z ochłodzenia zmiana warunków narastania materiału biologicznego spowodowała uwalnianie eolicznych piasków podczas „Małej Epoki Lodowej”. Tezę o uruchomieniu procesów nawiewania pyłów potwierdzono identyfikując wy-

stępujące w osadach ziarna kwarcu i skaleni jako pochodzące z lokalnych wydm (Śmieja-Król i Fiałkiewicz-Kozieł, 2014). Ponadto, pojawienie się na diagramach palinologicznych w omawianym okresie gatunków *Sphagnum* wyjaśniono opadem pyłów powodującym ewolucję torfowiska, która sprzyjała kolonizacji przez gatunki torfowców.

Jednakże zmiany w składzie gatunkowym i przeradzanie się torfowiska z ombrotroficznego w minerotroficzne wynikają również z przyczyn antropogenicznych – wylesiania i produkcji węgla drzewnego do wytopu żelaza. Ta działalność odzwierciedlona jest także w zmierzonej zmianie zawartości siarki w osadzie. Gwałtowny, istotny wzrost zawartości siarki rozpoczynający się dla warstwy datowanej na 1536 AD w Bagnie Mikołeska wyjaśniono początkami lokalnego hutnictwa. Wzdłuż rzeki Mała Panew, w odległości 4 km od torfowisk, zlokalizowano trzy małe piece służące do wytopu żelaza datowane na początek XVI wieku (Musioł i Płuszczewski, 1960). Od tego okresu rejestrowany jest systematyczny wzrost zawartości siarki. Kolejne maksima odnotowano w czasach współczesnych, co wyjaśniono uprzemysłowieniem górnośląskiej aglomeracji przemysłowej, w tym, opisanym we wcześniejszej pracy [H4], powstaniem kombinatu hutniczego w Miasteczku Śląskim.

Nieco inaczej kształtuje się zawartość siarki w Bagnie Bruch, gdyż dla tego obszaru badawczego zaznaczył się jedynie wpływ współczesnych procesów hutniczych. Natomiast nie jest rejestrowany wzrost koncentracji dla warstw XVI-wiecznych. Fakt ten wyjaśniono uwolnieniem siarki do wód podziemnych i do atmosfery. Osuszenie i ponowne nawodnienie torfu, ze względu na fluktuacje lustra wody, powodują utlenianie zredukowanych związków siarki, oraz późniejsze jej uwolnienie w postaci  $SO_4$  (Eimers *et al.*, 2003; Yanez Prieto, 2006).

W pracy podjęto także temat sekwestracji węgla i określono szybkość akumulacji węgla (CAR) dla torfowisk o różnym reżimie wodnym – przesuszonego i podmokłego. Większość autorów prac dotyczących wiązania węgla (szczególnie  $CO_2$ ) opisuje torfowiska wysokie, które wykazują tendencję do akumulacji węgla z uwagi na produkcję biomasy. Rzadko opisywano w literaturze okresowo przesuszane torfowiska przejściowe, chociaż są one bardziej rozpowszechnione. W tych innowacyjnych, pionierskich badaniach wykazano, że torfowisko przejściowe sekwestruje węgiel bardzo efektywnie i pochłania istotne ilości  $CO_2$ . Średnia wartość CAR wynosi dla Bagna Bruch 41 g/m<sup>2</sup>rok, a dla Bagna Mikołeska 74 g/m<sup>2</sup>rok. Śląskie torfowiska są więc ekosystemami, które reagują zwiększeniem akumulacji węgla na przesuszenie i ponowne nawodnienie.

Szybkość akumulacji jest porównywalna z rejonami borealnymi, które odgrywają ważną rolę w globalnym bilansie węgla (np. Yu, 2012).

W pracy podkreślono fakt braku mobilności  $^{210}\text{Pb}$  w badanych torfowiskach i potwierdzono wysoką użyteczność ołowiowej metody datowania jako niezawodnej techniki chronologicznej w badaniach dynamiki sekwestracji węgla w skali dekadalnej, również dla torfowisk minerotroficzych.

**[H6] Fagel N., Allan M., Le Roux G., Mattielli N., Piotrowska N., Sikorski J., 2014. Deciphering human-climate interactions in an ombrotrophic peat record: REE, Nd and Pb isotope signatures of dust supplies over the last 2500 years (Misten bog, Belgium). *Geochimica et Cosmochimica Acta* 135: 288-306.**

Praca jest jednym z efektów wieloletnich wspólnych badań prowadzonych z Uniwersytetem w Liege w ramach projektu na współpracę dwustronną polsko – belgijską realizowanego od roku 2006 do chwili obecnej.

W pracy dotyczącej wysokiego torfowiska Misten, umiejscowionego na płaskowyżu Hautes-Fagnes, przedstawiono wyniki pomiarów zawartości pierwiastków ziem rzadkich (REE), Nd, Sc oraz izotopów Pb. Celem badań była m.in. rekonstrukcja depozycji pyłu atmosferycznego i określenie jego źródeł, jak również określenie zmian w strumieniu dostawy pyłu wynikających ze zmieniającego się klimatu i działalności człowieka.

Na podstawie wykonanych oznaczeń wieku, pomiarów zawartości Nd i stosunków stabilnych izotopów Pb wyodrębniono w historii torfowiska charakterystyczne okresy: epokę żelaza i okres rzymski (400 BC-300 AD, 173-108 cm); średniowiecze (500-1300 AD, 87-40 cm); rewolucję przemysłową (1700-1950 AD, 29-20 cm); czasy współczesne, (1973-2007 AD, 19-0 cm). Określono industrialne przyczyny zanieczyszczeń zapisanych w profilach torfowych. Są to przede wszystkim spalanie węgla i metalurgia – szczególnie przeróbka lokalnych rud metali nieżelaznych (w tym Pb i Zn).

Aby precyzyjnie datować dynamicznie zmieniające się torfowisko zastosowano model wiek-głębokość o wysokiej rozdzielczości. Datowanie wykonano metodą ołwiową  $^{210}\text{Pb}$  z centymetrową dokładnością. Do pomiarów aktywności radioołowiu użyto spektrometrycznych detektorów promieniowania alfa. Aktywność właściwą ołowiu podtrzymywanego określono dodatkowo pomiarami z wykorzystaniem spektrometrii gamma. Wspólny model dla  $^{210}\text{Pb}$  i  $^{14}\text{C}$  (makrosz-

czątki datowano techniką AMS) opracowano stosując program *Bacon* (Blaauw i Christen, 2011). W warstwach przypadających na okres rewolucji przemysłowej, odnotowano znaczne wzbogacenie, w sumarycznej zawartości REE znormalizowanej względem Sc ( $\text{sum REE/Sc} > 25$ ), co wyjaśniono intensywnym spalaniem węgla w tym okresie. Największe zanieczyszczenie produktami spalania węgla odnotowano w warstwie datowanej na rok 1937 AD – co jest zgodne z zapisem maksimum belgijskiej produkcji węgla i z historycznym zapisem zanieczyszczenia torfowisk północnej Europy (Rutledge, 2011; Shotyk *et al.*, 2003). Gwałtowny wzrost antropogenicznych REE w środowisku w latach 1950-2000 wyjaśniono ich zastosowaniem w przemyśle, medycynie i rolnictwie (Geagea *et al.*, 2007).

Dzięki pomiarom zmienności Nd i pierwiastków ziem rzadkich (REE/Sc) scharakteryzowano lokalny, regionalny i daleki transport cząstek pyłu atmosferycznego. Rozróżniono cząstki pochodzące z lokalnych gleb i transportowane na dalekie odległości cząstki pyłu z Sahary. Wyróżniono trzy okresy charakteryzujące się dominującą dostawą pyłów lokalnych (około roku 100 AD, 600 AD oraz 1200 AD) i powiązano te wyniki z wysoką humifikacją torfów, interpretowaną jako wskaźnik niskiej wilgotności. Uruchomienie lokalnego strumienia pyłu wyjaśniono przyczynami antropogenicznymi związanymi ze zmianą sposobu użytkowania gruntów (wycinanie lasów i uprawa gleby). Wyróżniono także okresy zdominowane dostawą pyłów z odległych rejonów (około 320 AD, 1000 AD i 1700 AD). W skali globalnej dwa z tych okresów (około 1000 AD i 1700 AD) powiązano z minimami występowania plam słonecznych Oorta i Maundera (Usoskin *et al.*, 2007). Globalne ochłodzenie klimatu sprzyja więc odległemu transportowi pyłów z rejonu Sahary.

W pracy przedstawiono, podobnie jak dla opisanych wcześniej stanowisk torfowisk śląskich, możliwość rozróżnienia informacji klimatycznych i antropogenicznych zapisanych w profilach torfowych – tym razem dla torfowiska ombrotroficznego. Analizy podkreślają znaczenie wysokiej rozdzielczości badań torfowisk w celu zrozumienia roli pyłów w rekonstrukcji holocenickich zmian klimatu. Są one szczególnie istotne z uwagi na swój globalny charakter.



**[H7] Pawełczyk F., Chróst L., Magiera T., Michczyński A., Sikorski J., Tudyka K., Zając E., 2017. Radiocarbon and lead-210 age-depth model and trace elements concentration in the Wolbrom fen (S Poland). *Geochronometria* 44(1): 40-48.**

Praca przedstawia wstępne wyniki badań torfowiska Wolbrom. Jest to obszar położony we wschodniej części Wyżyny Śląsko-Krakowskiej, na dziale wodnym Białej Przemszy i Szreniawy. Analiza składu botanicznego wykazała, że jest to torfowisko niskie, charakteryzujące się znacznym stopniem rozkładu silnie skompresowanego torfu.

Dla badanego stanowiska ogromnym wyzwaniem było określenie chronologii próbek. Napotkane trudności w jej konstrukcji ostatecznie wyjaśniono wystąpieniem hiatusu na głębokości 10 cm. Określono wspólny model wiek-głębokość dla dat ołowiowych i radiowęglowych za pomocą programu *OxCal* v4.2.4. (Bronk Ramsey i Lee, 2013) oraz dwóch poleceń *P\_Sequence* oddzielonych komendą *Interval*. Bardzo istotną dla tego stanowiska chronologię górnego 10-cio cm odcinka określono na podstawie datowania ołowiowego. Ta precyzyjna, wyznaczona z wysoką rozdzielczością chronologia, obejmuje 13 dat  $^{210}\text{Pb}$  i zakres czasowy od 1860 AD (dla głębokości 9,75 cm) do chwili poboru profilu w 2015 AD. Do tej chronologii dołączono datę radiowęglową dla próbki z głębokości 4,5-5 cm. Data ta po kalibracji za pomocą krzywej Bomb13 NH1 daje przedział ufności 68.2%: 1955–1960 AD, który jest w dobrej zgodności z chronologią ołowiową, która dla głębokości 4,75 cm daje datę 1946 AD.

W pracy, na podstawie pomiarów zawartości metali ciężkich i pierwiastków śladowych, podjęto próbę rekonstrukcji antropopresji na badanym terenie. Odnotowano systematyczny wzrost koncentracji większości mierzonych metali, głównie żelaza, ołowiu, cynku i miedzi, zarejestrowany od głębokości ok. 40 cm, czyli od okresu rzymskiego. Zaobserwowano wystąpienie maksymalnych zawartości badanych pierwiastków (Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) w stropowej części torfowiska (między około 1850 a 1950 AD), co odpowiada czasom rewolucji przemysłowej. Zawartość pierwiastków śladowych określono na podobnym lub niższym poziomie w porównaniu z innymi torfowiskami na południu Polski (Śmieja-Król *et al.*, 2015). Natomiast wartości koncentracji Pb i Zn określono jako kilkadziesiąt razy wyższe niż średnie wartości koncentracji tych pierwiastków dla torfowisk w Polsce. Maksymalna koncentracja Zn w Wolbromiu wynosi 609 mg/kg, a dla Pb przekracza 400 mg/kg, natomiast średnie wartości koncentracji dla polskich torfowisk wynoszą odpowiednio 31 mg/kg dla cynku i 12 mg/kg dla ołowiu (Bojakowska i Lech, 2008; Ilnicki, 2002). Zarejestrowany wzrost zawartości metali wyjaśniono położeniem torfowi-

ska i działalnością człowieka, taką jak górnictwo i metalurgia. Na zachód od Wolbromia zlokalizowany jest rozległy obszar występowania rud cynku i ołowiu (Nieć, 1997). Ponadto podkreślono, że w tym rejonie przeważają wiatry z zachodu, co zwiększa prawdopodobieństwo dostawy zanieczyszczeń do torfowiska (Kruczała, 2000).

Dodatkowo prześledzono zmiany wskaźnika wzbogacenia, EF (Enrichment Factor), który umożliwia rozróżnienie naturalnego i antropogenicznego wzbogacenia dla wybranego pierwiastka. Wartości wskaźnika były znaczące jedynie w przypadku Pb i Zn, z różnym natężeniem, praktycznie w całym profilu. EF dla Pb osiąga swoją maksymalną wartość (5,2) na głębokości ok. 5 cm – 1955 AD (Pawełczyk *et al.*, 2018).

Powiązanie modelu wieku oraz pomiarów koncentracji metali i pierwiastków śladowych dowodzi, że w regionie olkuskim wpływ działalności człowieka zaznaczył się już w czasach rzymskich, z nasileniem działalności wydobywczo/hutniczej w IX wieku, osiągając swoją kulminację w czasach rewolucji przemysłowej. Niestety, z uwagi na występującą w profilu osadów przerwę, nie jest możliwy opis zjawisk i odtworzenie zmian zachodzących w okresie średniowiecza.

## Podsumowanie

W prezentowanych jako dorobek wiodący publikacjach wyróżnić należy artykuły metodyczne, w których przedstawiono modyfikacje metody ołowiowej i jej innowacyjny sposób wykorzystania:

1. Zaprezentowano rozwój metodyki metody datowania  $^{210}\text{Pb}$  poprzez modelowanie aktywności oraz określanie chronologii zbyt krótkich rdzeni [H1].
2. Porównano modele wieku określone niezależnie dla pomiarów aktywności  $^{210}\text{Pb}$  i  $^{14}\text{C}$ , dla najmłodszej – stropowej warstwy torfów. Metoda  $^{210}\text{Pb}$  pozwoliła na konstrukcję krzywej wiek-głębokość z wysoką rozdzielczością – lepszą niż dla  $^{14}\text{C}$  [H2].
3. Zmodyfikowano preparatykę chemiczną opisując podejście nie stosowane dotąd w metodzie datowania ołowiowego – odzyskiwania Po ze spopielonej próbki [H3].
4. Dla stanowisk śląskich podkreślono fakt braku mobilności  $^{210}\text{Pb}$  w badanych torfowiskach i potwierdzono wysoką użyteczność ołowiowej metody datowania [H1, H4, H5].

Przeprowadzone badania i analizy wykazały wysoką użyteczność metod datowania w badaniach realizowanych we współpracy interdyscyplinarnej. Badania geochemiczne, mikroskopowe,

określenie zawartości pierwiastków śladowych, składu gatunkowego osadów torfowych, etc., oraz pomiary koncentracji radioizotopów węgla i ołowiu, pozwalają na rekonstrukcję klimatu, a także na rekonstrukcję historii składu zanieczyszczeń warstw torfu i powietrza atmosferycznego zapisanej w profilach torfowych:

1. Określono obieg pyłów i zanieczyszczeń z atmosfery do torfowiska i w obrębie profili torfowych, jak również określono zmiany w strumieniu dostawy pyłu wynikające ze zmieniającego się klimatu i działalności człowieka [H4-H6].
2. Rozróżniono źródła, naturalne bądź antropogeniczne, obserwowanych zanieczyszczeń, co jest problemem bardzo istotnym dla współczesnych badań środowiskowych. Rozróżnienie, czy odczytana z profilu torfu zmiana wynika z przyczyn klimatycznych, czy też działalności człowieka przeanalizowano dla niskiego torfowiska Wolbrom, przejściowych torfowisk śląskich jak i wysokich torfowisk belgijskich [H4-H7].
3. Określono wiodące industrialne przyczyny zanieczyszczeń zapisanych w profilach torfowych. Są to przede wszystkim spalanie węgla i metalurgia – szczególnie przeróbka lokalnych rud metali nieżelaznych (w tym Pb i Zn) [H4-H7].
4. Zbadano dynamikę zmian stężeń mierzonych pierwiastków, co umożliwiło rekonstrukcję historii zanieczyszczenia metalami ciężkimi na badanych terenach [H4, H6, H7].
5. Oceniono stopień antropopresji na badanych terenach poprzez określenie zmian koncentracji wybranych metali ciężkich i pierwiastków śladowych w kolejnych latach przyrostu torfu. Rekonstrukcja antropopresji uwidoczniała regionalny i lokalny charakter wpływu człowieka na środowisko i klimat [H4, H6, H7].
6. Opisano globalne obserwacje związane z odległym transportem pyłów atmosferycznych z Sahary w okresach ochłodzenia, powiązane z minimami występowania plam słonecznych [H6].
7. Podjęto także temat sekwestracji węgla i określono szybkość akumulacji węgla (CAR) dla torfowisk o różnym reżimie wodnym – przesuszonego i podmokłego. Torfowiska przejściowe są bardzo ważnymi absorbentami dwutlenku węgla i mają istotny wkład w cykl obiegu węgla w przyrodzie [H5].

Przedstawione badania przyczyniają się do rozwoju wiedzy dotyczącej badanych obszarów torfowisk, ale także szerzej – środowiska przyrodniczego. Mają one wartość poznawczą i pro-

wadzą do lepszego zrozumienia procesów zachodzących w przeszłości i powodujących określony zapis w naturalnych rezerwuarach odczytywanych współcześnie. Przedstawione wyniki są również użyteczne dla innych badaczy, ponieważ zostały opublikowane w poczytnych czasopiśmie naukowych, o czym świadczy sumaryczny impact factor prac prezentowanych jako osiągnięcie habilitacyjne: IF – 13,944.

**5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO - BADAWCZYCH (ARTYSTYCZNYCH).****A) PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA**

Pięcioletnie studia magisterskie rozpocząłem w roku 1993, na kierunku Fizyka Techniczna na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Politechniki Śląskiej. Na trzecim roku studiów wybrałem specjalność Fizyka Środowiska. Od IX semestru kontynuowałem edukację w trybie indywidualnego toku studiów. Wówczas zainteresowałem się pomiarami naturalnych aktywności próbek środowiskowych i rozpoczęła się moja współpraca z Zakładem Zastosowań Radioizotopów Instytutu Fizyki.

Pracę magisterską pt. *Efekt samoabsorpcji w pomiarach promieniotwórczości naturalnej próbek stałych metodami spektrometrii gamma* realizowałem w wiodącym ośrodku badawczym związanym z przemysłem – akredytowanym laboratorium Radiometrii Głównego Instytutu Górnictwa (GIG) w Katowicach. Moim promotorem był dr hab. inż. Jan Skowronek. Pracę dyplomową oceniono na bardzo dobry z wyróżnieniem, a tematyka moich badań wpisała się w realizowane przez pracowników GIG przewody habilitacyjne.

Pomiary spektrometryczne promieniowania gamma, szczególnie dla linii niskoenergetycznych, którymi zajmowałem się w pracy magisterskiej, kontynuowałem jako asystent zatrudniony w Instytucie Fizyki Politechniki Śląskiej od roku 1998. Zaangażowałem się wówczas w prace związane z wdrożeniem i rozwojem w Gliwicach nowej metody datowania młodych osadów, wykorzystującej pomiary  $^{210}\text{Pb}$ , której prekursorem był mój opiekun naukowy prof. dr hab. inż. Tomasz Goslar. Pierwsze wyniki pomiarów uzyskane w Gliwicach [N8] dla jeziora Gościąż i przedpola lodowca Skeidarar pokazały ogromny potencjał tej metody, ale również uświadomiły trudności interpretacyjne, szczególnie dla niemonotonicznego profilu aktywności. W tym czasie zająłem się dogłębnym poznaniem techniki datowania, udoskonaliłem stanowisko badawcze, metody preparatyki próbek, depozycji polonu, pomiarów i interpretacji wyników. Poznałem modele stosowane w metodzie  $^{210}\text{Pb}$  i rozwijałem metody matematyczne służące określeniu zależności wiek-głębokość.

Badania konieczne do datowania ołowiowego prowadziłem zarówno dla bezpośrednich pomiarów  $^{210}\text{Pb}$  dla nisko-energetycznej linii promieniowania gamma 46,5 keV, jak i poprzez pomiar promieniowania alfa  $^{210}\text{Po}$  będącego w równowadze promieniotwórczej z  $^{210}\text{Pb}$ . Dzięki możliwości porównania wyników pomiarów prowadzonych dwoma niezależnymi metodami

spektrometrycznymi, mogłem udoskonalić swój warsztat badawczy oraz rozwinąć obydwie techniki datowania.

Kolejnym etapem w moim rozwoju naukowym były pobory i badania stropowych osadów jeziornych. Wymagało to opanowania techniki i zapoznania się ze specyficznymi uwarunkowaniami związanymi z poborem i podziałem rdzeni o znacznym stopniu uwodnienia (szczególnie na granicy woda – osad, gdzie uwodnienie przekracza 90%). Niezaburzone profile zbiornika wodnego Kozłowa Góra znanego również jako jezioro Świerklaniec pobrałem metodą wymrażania, stosując sondę w kształcie klina. Rdzenie także opróbowywałem w stanie zamrożonym. Tą techniką, a ponadto techniką rurową pobrałem stropowe osady dystroficznych jezior usytuowanych na terenie Wigierskiego Parku Narodowego – sucharów, a także głębokie i stropowe osady jeziora Wigry. Analizy i datowania prowadzone dla tych obiektów stanowiły podstawę studiów doktoranckich odbywanych przeze mnie na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej. Efektem prowadzonych prac były moje pierwsze publikacje naukowe dotyczące zastosowania metody ołowiowej  $^{210}\text{Pb}$  i przebiegu sedymentacji w zbiornikach wodnych w czasopiśmie z listy JCR [P7, P8] i spoza niej [N6, N7]. W tym okresie przygotowywałem również rozprawę doktorską, którą obroniłem w grudniu 2003 roku. Tematem rozprawy była *Rekonstrukcja historii depozycji osadów w zbiorniku wodnym Kozłowa Góra na podstawie pomiarów izotopu ołowiu  $^{210}\text{Pb}$* . Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Andrzej Bluszcz.

Celem pracy było zastosowanie metody  $^{210}\text{Pb}$  do określenia syntetycznego modelu sedymentacji osadów w zbiorniku zaporowym w okresie jego eksploatacji, uwzględniającego czasową i przestrzenną zmienność warunków depozycji. W pracy wykonałem pomiary aktywności  $^{210}\text{Pb}$  w osadach sztucznego, zaporowego zbiornika wodnego dla całego okresu istnienia tego zbiornika. Zastosowałem w tym celu metody spektrometrii promieniowania alfa i gamma. Przy analizie zmierzonych wartości aktywności  $^{210}\text{Pb}$  wykorzystałem model CIC oraz zmodyfikowany model CRS sedymentacji ołowiu, przyjmując taką aktywność całkowitej miąższości osadu, aby wiek spągu był równy znanemu wiekowi zbiornika.

Opracowałem model sedymentacji osadów dla zbiornika Kozłowa Góra, od momentu jego powstania do czasów współczesnych. Ustaliłem wiek osadów i ich szybkość sedymentacji. Dwukrotny gwałtowny wzrost strumienia osadu, a także jego późniejszą dostawę na stałym wyższym poziomie, wyjaśniłem zmianami konstrukcyjnymi zbiornika (remont tamy i podwyższenie poziomu piętrzenia) [P5].

**B) PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA**

Po uzyskaniu stopnia doktora zostałem zatrudniony jako adiunkt na Politechnice Śląskiej (01.02.2004). We współpracy z prof. dr hab. Jackiem Rutkowskim z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie prowadziłem kolejne badania jeziora Wigry [N5]. Uczestniczyłem w pierwszych badaniach izotopów stabilnych dla tego zbiornika. W pracy [P6] określiłem maksymalną wartość szybkości sedymentacji współczesnych osadów dla tego największego jeziora Wigierskiego Parku Narodowego. Były to w owym czasie po raz pierwszy publikowane szacunkowe wartości szybkości sedymentacji stropowych osadów jeziora Wigry. Analizy związane z badaniem osadów jeziornych i torfów kontynuowałem w kolejnych latach realizując prace naukowo – badawcze w charakterze wykonawcy – głównie datowanie i konstrukcje modeli wiek-głębokość.

Głównym aspektem w rozwoju mojej działalności naukowej była, i pozostaje nadal, konstrukcja skal czasu – tworzenie modeli wieku w oparciu o pomiary radioaktywności  $^{210}\text{Pb}$ . Spektrometryczne pomiary prowadziłem niezależnie z użyciem detektorów promieniowania alfa i niskoenergetycznych spektrometrów gamma.

Współpraca naukowa, którą rozwijałem po uzyskaniu stopnia doktora zaowocowała publikacją szeregu artykułów w czasopismach z listy JCR [H1-H7, P1-P6] i spoza niej [N1-N6] oraz wystąpieniami konferencyjnymi – 20 wygłoszonych referatów (K1-K20; II rozdział w wykazie dorobku) oraz 21 prezentacji na konferencjach międzynarodowych (B1-B21; III rozdział w wykazie dorobku).

Rozwój bazy aparaturowej i stworzenie przeze mnie w Instytucie Fizyki Politechniki Śląskiej laboratorium pomiarów niskich aktywności był możliwy dzięki uczestnictwu w projektach europejskich i krajowych. W latach 2003-2006 brałem aktywny udział w pracach związanych z projektem GADAM (Centre of Excellence “Gliwice Absolute DAting Methods”, EVK2-CT-2002-80008) realizowanym w ramach 5 Programu Ramowego UE. Celem projektu było zwiększenie potencjału badawczego w dziedzinie datowania radiowęglowego, luminescencyjnego oraz innych fizycznych metod datowania i ich zastosowań w naukach o Ziemi i archeologii. Uczestniczyłem w trzech edycjach warsztatów naukowych (Presentation and understanding of dating results (Ustroń, 2003), Towards improved absolute chronology of Late Pleistocene and Holocene (Ustroń, 2004), Isotope methods in environmental studies (Ustroń, 2005)). W 2005 roku

ukończyłem również 3-semesterne anglojęzyczne studia podyplomowe *Methods of Absolute Dating and Applications* (Politechnika Śląska Gliwice, Wydział Matematyczno-Fizyczny).

Współpraca interdyscyplinarna z prof. dr. hab. Mariuszem Lamentowiczem (Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu), związana z badaniami torfowisk bałtyckich: Stążki i Słowińskie Błota, przyczyniła się do mojego zainteresowania archiwami środowiska jakimi są torfowiska. Owocem badań tych stanowisk są publikacje: [H2] oraz [P4], [N2].

Kolejnym projektem, który w istotny sposób wpłynął na ukierunkowanie mojego rozwoju naukowego, był projekt ATIS realizowany w ramach 6 Programu Ramowego. W trakcie odbywania związanego z projektem 3-miesięcznego stażu (1.10 – 31.12 2009) w Leibniz Institute for Applied Geosciences (LIAG) Hannover zajmowałem się badaniami związanymi z zastosowaniem radioizotopów, w szczególności do analizy współcześnie zachodzących procesów geomorfologicznych. Wykorzystując półprzewodnikową spektrometrię promieniowania alfa i gamma opracowałem przestrzenne i czasowe modele akumulacji dla torfowisk podlegających silnym wpływom przemysłowym. Opracowałem także modele wieku dla profili osadów pochodzących z delty rzeki Łeby i jeziora Wiktorii (referat zaproszony K6).

Poszukiwania, badania i analizy, które prowadziłem dla torfowisk śląskich wykraczają poza zakres zagadnień przedstawionych jako dorobek wiodący [H1, H4, H5]. Nawiązałem wówczas współpracę z dr hab. Beatą Śmieją-Król (Uniwersytet Śląski w Katowicach) i dr Barbarą Fiałkiewicz-Kozieł (Uniwersytet Śląski w Katowicach, obecnie Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu) [N4]. Inne badania prowadzone w tym zespole związane były m.in. z realizacją unijnego grantu współfinansowanego przez Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych w Dubnej: “Retrospective study of air pollution in some selected areas of Poland and Russia using peat bog cores and nuclear and related analytical techniques” (JINR 03-4-1104-2011/2013). Dotyczyły one retrospektywnej analizy składu powietrza atmosferycznego z wykorzystaniem badań torfowisk ombrotroficznych z Sudetów, zachodniej Syberii i Rosji. Technika  $^{210}\text{Pb}$  zastosowana została w celu ustalenia chronologii osadzania metali ciężkich i cząstek mineralnych.

Szczególnie cenna z naukowego punktu widzenia okazała się realizacja projektu na współpracę dwustronną z Wydziałem Geologii Uniwersytetu w Liege (ULg), Belgia (Region Waloński). Koordynowana ze strony polskiej w latach 2006-2016 przez prof. dr hab. Annę Pazdur, natomiast ze strony belgijskiej przez prof. Nathalie Fagel współpraca zaowocowała 6-cioma stażami naukowymi, które odbyłem w Uniwersytecie w Liege, oraz opieką naukową nad doktorantami ULg odbywającymi 2-tygodniowe staże w Gliwicach (Francois De Vleeschouwer, Mohammed



Allan). Zakrojone na szeroką skalę wielowskaźnikowe badania torfowisk belgijskich i nadbałtyckich torfowisk polskich miały na celu przeprowadzenie „Studium porównawczego archiwów biologicznych i sedymentacyjnych” w celu „Rekonstrukcji zanieczyszczeń atmosfery w czasie ostatnich 2000 lat na podstawie badań torfowisk z Europy zachodniej i wschodniej”.

Mój udział w tym projekcie był kompleksowy – począwszy od współorganizacji wypraw badawczych i poboru rdzeni dla badanych stanowisk, a kończąc na analizie i opracowaniu wyników i ich publikacji. Mój udział polegał również na prowadzeniu analiz chemicznych (w Belgii – Clean Lab), pomiarach aktywności, datowaniu, budowaniu chronologii osadów stropowych, a także stworzeniu modeli wiek-głębokość dla analizowanych rdzeni. Wyniki badań poza artykułami przedstawionymi jako wiodący dorobek naukowy [H2, H3, H6] obejmują ponadto szereg publikacji w czasopismach z listy JCR [P1, P2, P3] i spoza niej [N1, N2, N3], a także 16 wystąpień konferencyjnych.

#### **Podsumowując:**

- Jestem współautorem 15 prac opublikowanych w czasopismach z bazy Journal Citation Reports (JCR) oraz 8 innych recenzowanych prac naukowych;
- Sumaryczny IF wszystkich moich publikacji to 25,512, sumaryczna punktacja wg MNiSW to 443, liczba cytowań według bazy Web of Science wynosi 224 (197 bez autocytowań), indeks Hirscha wynosi 8. Analogicznie, wg Google Scholar, posiadam 325 cytowań i indeks Hirscha 9;
- Większość publikacji dotyczy interdyscyplinarnych badań prowadzonych we współpracy z przyrodnikami;
- Brałem udział jako wykonawca w 5 międzynarodowych projektach badawczych (GADAM, ATIS, IMPACT, 2 projekty na współpracę międzynarodową);
- Odebrałem 7 zagranicznych staży naukowych;
- Brałem udział jako wykonawca w 4 projektach krajowych (w tym w dwóch projektach SPUB powiązanych z GADAM i ATIS). Obecnie jestem kierownikiem jednego projektu;
- Byłem wykonawcą prac BW (Badania Własne) realizowanych przez Zakład Zastosowań Radioizotopów, Instytut Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktyczne, Politechnika Śląska Gliwice w latach 2004-2010: „Zapis izotopowy ewolucji środowiska w okresie ostatnich 400 000 lat oraz środowiska współczesnego naturalnego i przekształconego antropoge-

nicznie”, „Zastosowanie metody ołowiowej  $^{210}\text{Pb}$  do datowania młodych osadów torfowych”;

- Byłem wykonawcą prac BK (Badania Kierunkowe) realizowanych przez Zakład Zastosowań Radioizotopów, Instytut Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktyczne, Politechnika Śląska Gliwice w latach 2004-2017: „Metody fizyczne w naukach przyrodniczych, technice, technologii i ochronie środowiska”, „Metody izotopowe i jądrowe w geologii, geofizyce, górnictwie i ochronie środowiska”, „Pomiary naturalnych aktywności, rekonstrukcja historii depozycji osadów, torfów, gleb na podstawie pomiarów izotopu ołowiu  $^{210}\text{Pb}$ ”, „Metody luminescencyjne i dozymetryczne w geologii, geofizyce, górnictwie i ochronie środowiska”;
- Byłem wykonawcą prac NB (Naukowo-Badawczych) realizowanych w Zakładzie Zastosowań Radioizotopów, Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej. Celem tych badań było określenie chronologii profili dla próbek dostarczanych przez naukowców z ośrodków krajowych i zagranicznych. Wykonując datowania metodą ołowiową zajmowałem się określeniem wieku warstw osadu dla zmierzonych koncentracji radioołowiu i konstrukcją skali czasu;
- Recenzowałem 6 publikacji (czasopisma z bazy Journal Citation Reports);
- Otrzymałem Indywidualną Nagrodę Rektora Politechniki Śląskiej za osiągnięcia w dziedzinie naukowej oraz 5-krotnie Zespołową Nagrodę Rektora Politechniki Śląskiej za osiągnięcia naukowe;
- Brałem udział w 45 konferencjach, w 20 z nich z referatem (12 konferencji międzynarodowych i 8 krajowych). Ponadto byłem autorem lub współautorem 27 innych prezentacji konferencyjnych (w tym 26 na konferencjach międzynarodowych).

### C) DZIAŁALNOŚĆ DYDAKTYCZNA

Zajęcia dydaktyczne ze studentami prowadzę od 1999, kiedy zostałem zatrudniony jako asystent, a po obronie rozprawy doktorskiej – jako adiunkt. Pensum dydaktyczne realizowałem w wymiarze co najmniej 210 godzin/rok akademicki – w latach 1999 do 2011, i co najmniej 240 godzin/rok akademicki – od roku 2011. Prowadziłem zajęcia dla studentów Politechniki Śląskiej, a także dla doktorantów i młodych naukowców reprezentujących wiele dziedzin wiedzy: nauki o Ziemi, archeologię, historię:

- SeminaRIA, zajęcia laboratoryjne i ćwiczenia z fizyki dla studentów studiów I i II stopnia różnych wydziałów Politechniki Śląskiej;
- Zajęcia tablicowe z fizyki współczesnej dla studentów studiów magisterskich Politechniki Śląskiej;
- Wykłady z podstaw fizyki dla studentów Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej, rokrocznie od roku akademickiego 2002/2003 do chwili obecnej;
- Wykłady z datowania metodą ołowiową dla uczestników trzech edycji Warsztatów Metod Datowania im. Prof. Mieczysława F. Pazdura;
- Zajęcia w języku angielskim dla doktorantów i młodych naukowców – przyrodników i archeologów:
  - Opracowanie programu i prowadzenie zajęć dydaktycznych “Methods of low radioactivity measurements in natural and man transformed changed environment” na studiach podyplomowych “Methods of absolute dating and applications” (MADA) organizowanych przez Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej – trzy edycje;
  - Wsparcie procesu dydaktycznego przez opracowanie części treści w postaci cyfrowej:
    - Przygotowanie list zadań, instrukcji, prezentacji wykładów,
    - Opracowanie i prowadzenie dydaktycznych stron internetowych,
    - Wykorzystanie systemu e-learningowego Politechniki Śląskiej – Platforma Zdalnej Edukacji.

Uczestniczyłem w 5 konferencjach i szkoleniach dydaktycznych oraz 3 europejskich projektach edukacyjnych. Uczestniczyłem w szkoleniach organizowanych przez Regionalny Punkt Kontaktowy Politechniki Śląskiej.

Recenzowałem pracę dyplomową magisterską, byłem także opiekunem naukowym pracy magisterskiej.

#### D) DZIAŁALNOŚĆ POPULARYZATORSKA

W Instytucie Fizyki od roku 2006 do chwili obecnej kieruję pracami Wydziałowego Zespołu Popularyzacji Fizyki, prowadzę szeroko rozumianą działalność popularyzatorską poprzez organizację festiwali nauki, spotkań z młodzieżą, wykłady, prezentacje, eksperymenty i pokazy fizyczne oraz promocję Instytutu na spotkaniach prezentujących ofertę edukacyjną szkół wyższych. Wśród najważniejszych osiągnięć należy wymienić:

- Wykłady popularnonaukowe na uczelni i poza nią, wiele edycji;

- Organizacja „Festiwalu Nauki i Multimediiów Abstract”, przybliżającego najnowsze odkrycia i trendy w nauce oraz relacje pomiędzy naukami humanistycznymi a ścisłymi 2005-2009;
- Reprezentacja Wydziału Matematyczno – Fizycznego w „Dniach Otwartych Politechniki Śląskiej”, „Salonie Maturzystów” 2006-2009;
- Opieka nad „Kołem Naukowym  $\chi^2$ ” studentów wydziału Matematyczno – Fizycznego 2006-2008;
- Organizacja i koordynacja konkursów wiedzy dla szkół ponadgimnazjalnych: „Rajd po MatFizie”, „Liga Szkolna” oraz konkursu w formie e-learning „Na tropach fizyki” 2007-2011;
- Prace w Komisji Przedmiotowej konkursu „O złoty indeks Politechniki Śląskiej”, dającego laureatom możliwość rozpoczęcia studiów w Politechnice Śląskiej bez postępowania kwalifikacyjnego 2017, 2018;
- Główny organizator gliwickiej edycji ogólnopolskiej wystawy „Wielki Zderzacz Hadronów (LHC) – jak to działa” 2009;
- Współorganizacja na Politechnice Śląskiej, udział z pokazami eksperymentów, doświadczeń, wykładami i prelekcjami:
  - w ogólnoeuropejskim festiwalu nauki „Noc naukowców”, Noc Naukowców Politechniki Śląskiej 2010-2018,
  - w największym jednodniowym festiwalu kultury i dziedzictwa przemysłowego w Europie Środkowo-Wschodniej „Industriada” 2012-2014, 2017,
  - w projekcie objętym patronatem prezydenta Gliwic i Rektora Politechniki Śląskiej „Dni Gliwickich Młodych Naukowców” 2015-2018,
  - w dwudniowym festiwalu nauki organizowanym wspólnie przez Politechnikę Śląską i Uniwersytet Śląski w Katowicach – „Śląski Festiwal Nauki” 2016-2019;
- Reprezentacja Politechniki Śląskiej na jednej z największych w Europie imprez plenerowych o tematyce naukowej „Piknik Naukowy Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik”, Stadion Narodowy, Warszawa 2017, 2018.

#### E) DZIAŁALNOŚĆ ORGANIZACYJNA

- Trzynastokrotnie brałem czynny udział w organizacji konferencji i warsztatów międzynarodowych, w tym 10-ciorotnie jako członek komitetu organizacyjnego, a 3-krotnie jako redaktor materiałów konferencyjnych:

- “Methods of Absolute Chronology”,
- “German Meeting on Luminescence and ESR Dating”,
- “Luminescence and Electron Spin Resonance Dating”;
- Czterokrotnie współorganizowałem Warsztaty Metod Datowania im. Profesora Mieczysława F. Pazdura;
- Brałem udział w pracach konsorcjum powołanego pomiędzy Instytutem Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk w Zabrze a Politechniką Śląską, Instytut Fizyki Centrum Naukowo-Dydaktyczne w Gliwicach dla wspólnej realizacji projektu badawczego Beethoven 2 (Narodowe Centrum Nauki) jako kierownik projektu badawczego, reprezentujący Politechnikę Śląską w konsorcjum;
- Uczestniczyłem w warsztatach, których celem było stworzenie międzynarodowej sieci badawczej oraz złożenie wniosku do programu COST; Uniwersytet Franche-Comte, Montbeliard Francja;
- Byłem członkiem komitetu redakcyjnego i edytorem tomu „Geochronometria Conference Abstracts Series” vol. 1;
- Brałem udział w pracach następujących zespołów eksperckich i konkursowych:
  - Jury w corocznie organizowanym Ogólnopolskim Konkursie na Pracę „Fizyka a Ekologia”. Od 2003 do chwili obecnej,
  - „Wydziałowego Zespołu Popularyzacji Fizyki” jako kierownik. Od 2006 do chwili obecnej,
  - Wydziałowego zespołu ds. „Promocji i Współpracy z Zagranicą” 2008-2009,
  - Zespołu ds. „Przygotowania wniosku w konkursie na kierunki zamawiane” (Projekt UE „Kapitał Ludzki”) w latach 2009-2010,
  - Rady Programowej „Centrum Zdalnej Edukacji” 2015-2016. Pełnomocnik ds. Zdalnej Edukacji w Instytucie Fizyki – CND 2013-2016,
  - Zespołu ds. „Opracowania programu przedmiotu fizyka ogólna dla kierunków inżynierskich” 2017,
  - Rady Ekspertów Merytorycznych „Centrum Popularyzacji Nauki”. Od 2017 do chwili obecnej.

## F) NAGRODY, WYRÓŻNIENIA I ODZNACZENIA

Trzykrotnie otrzymałam Indywidualną Nagrodę Rektora Politechniki Śląskiej:

- za osiągnięcia naukowe,
- za osiągnięcia dydaktyczne,
- za osiągnięcia organizacyjne.

Sześciokrotnie otrzymałem Zespołową Nagrodę Rektora Politechniki Śląskiej (raz za osiągnięcia dydaktyczne, pięciokrotnie osiągnięcia naukowe).

Za szczególne zasługi dla oświaty i wychowania 21 lipca 2017 został mi nadany Medal Komisji Edukacji Narodowej.

## LITERATURA

- Ali A.A., Ghaleb B., Garneau M., Asnong H., Loisel J., 2008. Recent peat accumulation rates in minerotrophic peatlands of the Bay James region, Eastern Canada, inferred by  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{137}\text{Cs}$  radiometric techniques. *Applied Radiation and Isotopes* 66: 1350-1358.
- Blaauw M., 2010. Methods and code for 'classical' age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology* 5: 512-518.
- Blaauw M., Christen J.A., 2011. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process. *Bayesian Analysis* 6: 457-474.
- Bojakowska I., Lech D., 2008. Zróżnicowanie zawartości pierwiastków śladowych w torfach występujących na obszarze Polski. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo* 285: 31-41.
- Bronk Ramsey C., 2001. Development of the radiocarbon calibration program OxCal. *Radiocarbon* 43(2A): 355-363.
- Bronk Ramsey C., 2008. Deposition Models for Chronological Records. *Quaternary Science Reviews* 27: 42-60.
- Bronk Ramsey C., Lee S., 2013. Recent and Planned Developments of the Program OxCal. *Radiocarbon* 55(2-3): 720-730, DOI 10.2458/azu\_js\_rc.55.16215.
- Carroll J.L., Lerche I., 2003. Sedimentary Processes: Quantification Using Radionuclides. *Elsevier, Amsterdam*: 282pp.
- Ebaid Y.Y., Khater A.E.M., 2006. Determination of  $^{210}\text{Pb}$  in environmental samples. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 270: 609-619, DOI 10.1007/s10967-006-0470-5.
- Edgington D.N., Robbins J.A., 1975. Determination of the activity of lead-210 in sediments and soils. W: Metals, conventionals, radiochemistry and biomonitoring sample analysis techniques. Lake Michigan Mass Balance Study, Volume 3: 343-346.
- Eimers M.C., Dillon P.J., Schiff S.L., Jeffries D.S., 2003. The effects of drying and re-wetting and increased temperature on sulphate release from upland and wetland material. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 1663-1673.

- Ekonomiuk A., Rycharski M., Malawska M., Wilkomirski B., 2004. The raised bog 'Bagno Bruch' – Soil and habitat conditions. Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Peat Congress. *Wise Use of Peatlands*: 853-856.
- Erlinger C.H., Lettner H., Hubmer A., Hofmann W., Steinhausler F., 2008. Determining the Chernobyl impact on sediments of a pre-Alpine lake with a very comprehensive set of data. *Journal of Environmental Radioactivity* 99(8): 1294-1301, DOI 0.1016/j.jenvrad.2008.03.012.
- Gąsiorowski M., 2008. Deposition rate of lake sediments under different alternative stable states. *Geochronometria* 32: 29-35.
- Geagea M.L., Stille P., Millet M., Perrone T., 2007. REE characteristics and Pb, Sr and Nd isotopic compositions of steel plant emissions. *Science of the Total Environment* 373: 404-419.
- Gunten L., Grosjean M., Beer J., Grob P., Morales A., Urrutia R., 2009. Age modelling of young non-varved sediments: methods and limits. Examples from two lakes in Central Chile. *Journal of Paleolimnology* 42: 401-412.
- Hercman H., Gąsiorowski M., Pawlak J., 2014. Testing the MOD-AGE chronologies of lake sediment sequences dated by the <sup>210</sup>Pb method. *Quaternary Geochronology* 22: 155-162.
- Ilnicki P., 2002. *Torfowiska i torf*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań: 442, ISBN 83-7160-243-X.
- Jia G., Belli M., Blasi M., Marchetti A., Rosamilia S., Sansone U., 2001. Determination of <sup>210</sup>Pb and <sup>210</sup>Po in mineral and biological environmental samples. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 247: 491-499, DOI 10.1023/A:1010605804815.
- Kalaitzidis S., Christanis K., 2003. Scanning electron microscope studies of the Philippi peat (NE Greece): initial aspects. *International Journal of Coal Geology* 54: 69-77.
- Kinder M., Tylmann W., Enters D., Piotrowska N., Poreba G., Zolitschka B., 2013. Construction and validation of calendar-year time scale for annually laminated sediments – an example from Lake Szurpily (NE Poland). *GFF* 135(3-4): 248-257, DOI 10.1080/11035897.2013.785015.
- Kruczała A. (red.), 2000. *Atlas klimatu województwa śląskiego*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Katowice: 34, 57, 74, ISBN 83-85862-64-1.
- Kylander M.E., Weiss D.J., Jeffries T., Cole B.J., 2004. Sample preparation procedures for accurate and precise isotope analysis of Pb in peat by multiple collector (MC)-ICP-MS. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 19: 1275-1277, DOI 10.1039/b406918h.
- Lamentowicz M., Milecka K., Galka M., Cedro A., Pawlyta J., Piotrowska N., Lamentowicz L., van der Knaap W.O., 2009. Climate- and human-induced hydrological change since AD 800 in an ombrotrophic mire in Pomerania (N Poland) tracked by testate amoebae, macro-fossils, pollen, and tree-rings of pine. *Boreas* 38: 214-229, DOI 10.1111/j.1502-3885.2008.00047.x.
- Le Roux G., Aubert D., Stille P., Krachler M., Kober B., Cheburkin A., Bonani G., Shotyk W., 2005. Recent atmospheric Pb deposition at a rural site in southern Germany assessed using a peat core and snowpack, and comparison with other archives. *Atmospheric Environment* 39(36): 6790-6801, DOI 10.1016/j.atmosenv.2005.07.026.
- Le Roux G., Shotyk W., 2007. Alteration of inorganic matter in peat bogs in peatlands. [w:] Martini C.P. (red.) *Basin Evolution and Depository Records of Global Environmental and Climatic Changes*: 197-216.
- Le Roux G., Marshall W.A., 2010. Constructing recent peat accumulation chronologies using atmospheric fall-out radionuclides. *Mires and Peat* 7: 1-14.
- Lopez-Buendia A.M., Whateley M.K.G., Bastida J., Urquiola M.M., 2007. Origins of mineral matter in peat marsh and peat bog deposits, Spain. *International Journal of Coal Geology* 71: 246-262.

- Luque J.A., Julia R., 2002. Lake sediment response to land-use and climate change during the last 1000 years in the oligotrophic Lake Sanabria (northwest of Iberian Peninsula). *Sedimentary Geology* 148(1-2): 343-355, DOI 10.1016/S0037-0738(01)00225-1.
- Melaniuk-Wolny E., Nowińska K., Adamczyk Z., 2008. Skład fazowy pyłu powstającego w procesie technologicznym Huty Cynku "Miasteczko Śląskie". *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo* 285: 163-171.
- Mizugaki S., Nakamura F., Araya T., 2006. Using dendrogeomorphology and  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}$  radiochronology to estimate recent changes in sedimentation rates in Kushiro Mire, Northern Japan, resulting from land use change and river channelization. *Catena* 68(1): 25-40, DOI 10.1016/j.catena.2006.03.014.
- Musioł L., Płuszczewski S., 1960. Wykaz zakładów dawnego hutnictwa żelaza na Górnym Śląsku od XIV do połowy XIX w. [w:] Pazdur J. (red.) *Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa. Tom V.* Wydawnictwo PAN, Wrocław: 7-88.
- Nieć M., 1997. Złoża rud cynku i ołowiu. [w:] Kicki J. (red.) *Surowce mineralne Polski. Surowce metaliczne: cynk, ołów.* Wydawnictwo Centrum PPGSMiE PAN, Kraków: 9-46, ISBN 83-86286-83-1.
- Novak M., Erel Y., Zemanova L., Bottrell S.H., Adamova M., 2008. A comparison of lead pollution record in Sphagnum peat with known historical Pb emission rates in the British Isles and the Czech Republic. *Atmospheric Environment* 42: 8997-9006, DOI 10.1016/j.atmosenv.2008.09.031.
- Olid C., Garcia-Orellana J., Martinez-Cortizas A., Masque P., Peiteado E., Sanchez-Cabeza J.A., 2008. Role of surface vegetation in  $^{210}\text{Pb}$ -dating of peat cores. *Environmental Science and Technology* 42: 8858-8864, DOI 10.1021/es801552v.
- Parnell A.C., Buck C.E., Doan T.K., 2011. A review of statistical chronology models for high-resolution, proxy-based Holocene palaeoenvironmental reconstruction. *Quaternary Science Reviews* 30: 2948-2960.
- Pawełczyk F., Michczyński A., Tomkowiak J., Tudyka K., Fagel N., 2018. Mid- to Late Holocene elemental record and isotopic composition of lead in a peat core from Wolbrom (S Poland). *Mires and Peat* 21(18): 1-13, DOI 10.19189/MaP.2018.OMB.349.
- Putyrskaya V., Klemm E., Rollin S., Astner M., Sahli H., 2015. Dating of sediments from four Swiss prealpine lakes with  $^{210}\text{Pb}$  determined by gamma-spectrometry: progress and problems. *Journal of Environmental Radioactivity* 145: 78-94.
- Rutledge D., 2011. Estimating long-term world coal production with logit and probit transforms. *International Journal of Coal Geology* 85: 23-31.
- Shotyk W., Goodsite M.E., Roos-Barraclough F., Frei R., Heinemeier J., Asmund G., Lohse C., Hansen T.C., 2003. Anthropogenic contributions to atmospheric Hg, Pb and As accumulation recorded by peat cores from southern Greenland and Denmark dated using the  $^{14}\text{C}$  bomb pulse curve. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 67: 3991-4011.
- Śmieja-Król B., Fiałkiewicz-Kozieł B., 2014. Quantitative determination of minerals and anthropogenic particles in some Polish peat occurrences using a novel SEM point-counting method. *Environmental Monitoring and Assessment* 186: 2573-2587.
- Śmieja-Król B., Janeczek J., Bauerek A., Thorseth I.H., 2015. The role of authigenic sulfides in immobilization of potentially toxic metals in the Bagno Bory wetland, southern Poland. *Environmental Science and Pollution Research* 22(20): 15495-15505, DOI 10.1007/s11356-015-4728-8.
- Turetsky M.R., Manning S.W., Wieder R., 2004. Dating recent peat deposits. *Wetlands* 24: 324-356, DOI 10.1672/0277-5212(2004)024[0324:DRPD]2.0.CO;2.



- Tylmann W., Enters D., Kinder M., Moska P., Ohlendorf C., Poręba G., Zolitschka B., 2013. Multiple dating of varved sediments from Lake Łazduny, northern Poland: Toward an improved chronology for the last 150 years. *Quaternary Geochronology* 15: 98-107.
- Tylmann W., Bonk A., Goslar T., Wulf S., Grosjean M., 2016. Calibrating  $^{210}\text{Pb}$  dating results with varve chronology and independent chronostratigraphic markers: Problems and implications. *Quaternary Geochronology* 32: 1-10.
- Usoskin I.G., Solanski S.K., Kovaltsov G.A., 2007. Grand minima and maxima solar activity: new observational constraints. *Astronomy and Astrophysics* 471: 301-309.
- Xiang L., Lu X.X., Higgitt D.L., Wang S.M., 2002. Recent lake sedimentation in the middle and lower Yangtze basin inferred from  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}$  measurements. *Journal of Asian Earth Sciences* 21(1): 77-86, DOI 10.1016/S1367-9120(02)00015-9.
- Yanez Prieto C.E., 2006. *Distribution and diversity of sulfurreducing prokaryotes in sulfur-rich soils*. Praca doktorska. State College, Pennsylvania State University, The Graduate School, Department of Crop and Soil Sciences.
- Yu Z.C., 2012. Northern peatland carbon stocks and dynamics: A review. *Biogeosciences Discussions* 9: 5073-5107.
- Zaborska A., Carroll J., Papucci C., Pempkowiak J., 2007. Intercomparison of alpha and gamma spectrometry techniques used in  $^{210}\text{Pb}$  geochronology. *Journal of Environmental Radioactivity* 93(1): 38-50.

WYKAZ INNYCH (NIE WCHODZĄCYCH W SKŁAD OSIĄGNIĘCIA WYMIENIONEGO W PKT 4B) OPUBLIKOWANYCH PRAC NAUKOWYCH

Ozn.	Dane bibliograficzne
P1	Allan M., Le Roux G., De Vleeschouwer F., Bindler R., Blaauw M., Piotrowska N., Sikorski J., Fagel N., 2013. High-resolution reconstruction of atmospheric deposition of trace metals and metalloids since AD 1400 recorded by ombrotrophic peat cores in Hautes-Fagnes, Belgium. <i>Environmental Pollution</i> 178: 381-394.
P2	De Vleeschouwer F., Pazdur A., Luthers C., Streeel M., Mauquoy D., Wastiaux C., Le Roux G., Moschen R., Blaauw M., Pawlyta J., Sikorski J., Piotrowska N., 2012. A millennial record of environmental change in peat deposits from the Misten bog (East Belgium). <i>Quaternary International</i> 268: 44-57.
P3	De Vleeschouwer F., Fagel N., Cheburkin A., Pazdur A., Sikorski J., Mattielli N., Renson V., Fiałkiewicz B., Piotrowska N., Le Roux G., 2009. Anthropogenic impacts in North Poland over the last 1300 years A record of Pb, Zn, Cu, Ni and S in an ombrotrophic peat bog. <i>Science of the Total Environment</i> 407(21): 5674-5684.
P4	De Vleeschouwer F., Piotrowska N., Sikorski J., Pawlyta J., Cheburkin A., Le Roux G., Lamentowicz M., Fagel N., Mauquoy D., 2009. Multiproxy evidence of 'Little Ice Age' palaeoenvironmental changes in a peat bog from northern Poland.

	<i>Holocene</i> 19(4): 625-637.
P5	Sikorski J., Bluszcz A., 2008. Application of $\alpha$ and $\gamma$ spectrometry in the $^{210}\text{Pb}$ method to model sedimentation in artificial retention reservoir. <i>Geochronometria</i> 31: 65-75.
P6	Pawlyta J., Pazdur A., Piotrowska N., Poręba G., Sikorski J., Szczepanek M., Król K., Rutkowski J., Hałas S., 2004. Isotopic investigations of uppermost sediments from Lake Wigry (NE-Poland) and its environment. <i>Geochronometria</i> 23: 71-78.
P7	Sikorski J., Bluszcz A., 2003. Testing applicability of $^{210}\text{Pb}$ method to date sediments of human-made Lake Kozłowa Góra. <i>Geochronometria</i> 22: 63-66.
P8	Sikorski J., Goslar., 2003. Inventory of sediments of the dammed lake in Kozłowa Góra and first measurements of $^{210}\text{Pb}$ activities in the lake deposits. <i>Geochronometria</i> 22: 55-62.
N1	Piotrowska N., De Vleeschouwer F., Sikorski J., Sensuła B., Michczyński A., Fiałkiewicz-Kozieł B., Palowski B., 2010. Age models for peat deposits on the basis of coupled lead-210 and radiocarbon data. <i>Geophysical Research Abstracts</i> 12: 2326-2.
N2	De Vleeschouwer F., Fagel N., Piotrowska N., Sikorski J., Pawlyta J., Cheburkin A., Lamentowicz M., Pazdur A., Mattielli N., Renson., 2010. Multiproxy investigation of climatic changes and human activities in a Baltic bog (N. Poland) during the last millennium. <i>Geophysical Research Abstracts</i> 12: 4123.
N3	Allan M., Fagel N., De Vleeschouwer F., Mattielli N., Piotrowska N., Sikorski J., Sonke J., Le Roux G., 2010. Atmospheric trace metal inputs in the Misten bog (East Belgium): Special attention to sampling techniques and site-spatial variability. <i>Geophysical Research Abstracts</i> 12: 4151.
N4	Fiałkiewicz B., Śmieja-Król B., Sikorski J., Palowski B., 2008. The minerotrophic peat bog "Bagno Bruch" as a potential archive of past changes in heavy metal concentrations. [w:] Catherine Farrell and John Feehan (red.) Proceedings of the 13th International Peat Congress. <i>After Wise Use – The Future of Peatlands</i> 2: 13-16.
N5	Poręba G., Sikorski J., 2004. Wstępne wyniki badań osadów z jeziora Wigry metodą $^{137}\text{Cs}$ i $^{210}\text{Pb}$ . <i>Prace Komisji Paleogeografii Czwartorzędu PAU</i> , Tom 2: 73-78.
N6	Sikorski J., Bluszcz A., 2003. Historia sedymentacji osadów zbiornika wodnego Kozłowa Góra. [w:] Waga J.M., Kocel K (red.) <i>Człowiek w środowisku przyrodni-</i>

	<i>czym – zapis działalności</i> . Polskie Towarzystwo Geograficzne, Katowice: 202-206.
N7	Sikorski J., 2002. $^{210}\text{Pb}$ in deposits of dammed lake in Kozłowa Góra. [w:] <i>Abstracts. European Society for Isotope Research</i> . Institute of Geology at Tallinn Technical University, Tallinn: 99-100, ISBN: 9985-50-346-5.
N8	Goslar T., Ganowicz M., Czernik J., Sikorski J., 2000. First measurements of natural radioactivities of $^{210}\text{Pb}$ in the Institute of Physics Silesian University of Technology. <i>Geochronometria</i> 18: 29-34.

