

Rada Dyscypliny Nauki Fizyczne
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
ul. Grudziądzka 5, 87-100 Toruń

za pośrednictwem:
Rady Doskonałości Naukowej
pl. Defilad 1
00-901 Warszawa
(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Konrad Tudyka

Politechnika Śląska
Instytut Fizyki - Centrum Naukowo-Dydaktyczne
Zakład Geochronologii i Badań Izotopowych Środowiska

Wniosek

z dnia 01.09.2023

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie **nauk ścisłych i przyrodniczych** w dyscyplinie¹ **nauki fizyczne**.

Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego:

Metrologia środowiskowej radioaktywności oraz systemy pomiarowe w datowaniu dozymetrycznym

Wniosuję – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu **jawnym***²

Zostałem poinformowany, że:

Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).

Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl, tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu. Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c) Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art. 232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu przeprowadzenie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.

Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html

.....
(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

1. Dane wnioskodawcy
2. Skan dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora
3. Autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych w j. polskim i j. angielskim
4. Wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki
5. Skany oświadczeń współautorów

¹ Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).

²* Niepotrzebne skreślić.

Rada Dyscypliny Nauki Fizyczne
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
ul. Grudziądzka 5, 87-100 Toruń

through:

**The Council of Scientific
Excellence**

pl. Defilad 1

00-901 Warsaw

(Palace of Science and Culture, 24th floor,
room 2401)

Konrad Tudyka

Silesian University of Technology
Institute of Physics Centre for Science and Education
Division of Geochronology and Environmental Isotopes

Application

dated 01.09.2023

re.: commencement of the procedure for the conferment of the post-doctoral degree of doctor habilitated in the field of **natural sciences** in the following discipline **physical sciences**.

Scientific achievement which entitles the applicant to commence the procedure for the conferment of the post-doctoral degree of doctor habilitated

Environmental Radioactivity Metrology and Measurement Systems for Dosimetric Dating

Pursuant to art. 221 para 10 of the Higher Education and Science Act dated 20 July 2018 (Polish Journal of Laws of 2018 item 1668, as amended) I hereby kindly request that the habilitation commission pass a resolution on the conferment of the post-doctoral degree of

doctor habilitated in **open** voting

I was advised of the following:

The President of the Scientific Council of Excellence with its registered office in Warsaw (pl. Defilad 1, 24th floor, 00-901 Warsaw) is the Administrator of personal data collected under the procedure for the conferment of the post-doctoral degree of doctor habilitated.

Contact us via e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl , phone 22 656 60 98 or personally at our office. Personal data shall be processed pursuant to art. 6 para 1 letter c) Regulation (EU) 2016/679 dated 27 April 2016 in connection with art. 220-221 and art. 232-240 of the Higher Education and Science Act dated 20 July 2018, for the purposes of the procedure for the conferment of the post-doctoral degree of doctor habilitated and in order to exercise the rights and obligations as well as the right to appeal in this procedure.

For detailed information on processing personal data in the procedure see www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html

.....
(Applicant's signature)

Attachments:

1. Applicant's information
2. Scan of the document confirming possession of a doctoral degree
3. A self-presentation describing academic achievements and accomplishments in Polish and English
4. List of published scientific papers or professional creative works, as well as information on teaching achievements, scientific collaboration, and science popularization
5. Scans of declarations from co-authors

Autoreferat

1. Imię i nazwisko

Konrad Tudyka

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

- i. Stopień doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki nadany przez Instytut Fizyki Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach 15 maja 2012

Tytułu rozprawy doktorskiej: “Wykorzystanie ciekłoscyntylacyjnej spektrometrii promieniowania β w datowaniu radiowęglowym stanowisk wczesnego hutnictwa i osadnictwa na Górnym Śląsku”

- ii. Tytuł magistra inżyniera fizyki technicznej, nadany przez Wydział Matematyczno-Fizyczny Politechniki Śląskiej 22 listopada 2007

Temat pracy: “Projekt i budowa stanowiska do pomiarów aktywności metodą scyntytacji cząstek α ”

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

- i. Od 01.05.2016 - Politechnika Śląska Instytut Fizyki - Centrum Naukowo-Dydaktyczne, Zakład Zastosowań Radioizotopów, adiunkt
- ii. 15.01.2013 - 30.04.2016 - Politechnika Śląska Instytut Fizyki - Centrum Naukowo-Dydaktyczne, Zakład Zastosowań Radioizotopów, asystent w ramach realizacji projektu LUMDOZ (nr umowy PBS1/A9/4/2012)

- iii. 15.12.2012 - 15.01.2013 - Politechnika Śląska Instytut Fizyki - Centrum Naukowo-Dydaktyczne, Zakład Zastosowań Radioizotopów, um. zlec.
 - iv. 01.03.2012 - 30.09.2012 - ¼ etatu asystenta - Politechnika Śląska Instytut Fizyki - Centrum Naukowo-Dydaktyczne, Zakład Zastosowań Radioizotopów
 - v. 01.10.2010 - 01.1.2011 - ½ etatu technika - Politechnika Śląska Instytut Fizyki - Centrum Naukowo-Dydaktyczne, Zakład Zastosowań Radioizotopów
4. *Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.*

a) *tytuł osiągnięcia naukowego*

Metrologia oraz systemy do pomiarów środowiskowych radioaktywności i datowania dozymetrycznego

b) *publikacje naukowe*

H1 Tudyka K, Bluszcz A, 2016. A study on photomultiplier afterpulses in TL/OSL readers. *Radiation Measurements* 86: 39–48, DOI: [10.1016/j.radmeas.2016.01.004](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2016.01.004).

H2 Tudyka K, Adamiec G, Bluszcz A, 2016. Simulation of He⁺ induced afterpulses in PMTs. *Review of Scientific Instruments* 87(6): 063120, DOI: [10.1063/1.4954511](https://doi.org/10.1063/1.4954511).

H3 Tudyka K, Miłosz S, Ustrzycka A, Barwinek S, Barwinek W, Walencik-Łata A, Adamiec G, Bluszcz A, 2017. A low level liquid scintillation spectrometer with five counting modules for ¹⁴C, ²²²Rn and delayed coincidence measurements. *Radiation Measurements* 105: 1–6, DOI: [10.1016/j.radmeas.2017.06.003](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2017.06.003).

H4 Tudyka K, Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A, 2015. Low level ¹⁴C measurements in freshly prepared benzene samples with simultaneous ²¹⁴Bi/²¹⁴Po pairs counting for routine ²²²Rn contamination correction. *Radiation*

Measurements 74: 6–11, DOI: [10.1016/j.radmeas.2015.01.010](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2015.01.010).

H5 Tudyka K, Pawełczyk F, Michczyński A, 2021. Bias arising from ^{222}Rn contamination in standardized methods for biobased content determination and a simple removal method. *Measurement* 167: 108263, DOI: [10.1016/j.measurement.2020.108263](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108263).

H6 Tudyka K, Miłosz S, Adamiec G, Bluszcz A, Poręba G, Paszkowski Ł, Kolarczyk A, 2018. μDose : a compact system for environmental radioactivity and dose rate measurement. *Radiation Measurements* 118: 8-13, DOI: [10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016](https://doi.org/10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016).

H7 Tudyka K, Bluszcz A, Poręba G, Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Kolb T, Lomax J, Fuchs M, 2020. Increased dose rate precision in combined α and β counting in the μDose system - a probabilistic approach to data analysis. *Radiation Measurements* 134: 106310, DOI: [10.1016/j.radmeas.2020.106310](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2020.106310).

H8 Tudyka K, Koruszowicz M, Osadnik R, Adamiec G, Moska P, Szymak A, Bluszcz A, Zhang J, Kolb T, Poręba G, 2023. μRate : an online dose rate calculator for trapped charge dating. *Archaeometry* 65(2): 423-443, DOI: [10.1111/arcm.12828](https://doi.org/10.1111/arcm.12828).

H9 Tudyka K, Poręba G, Szymak A, Rocznik J, Pluta J, Schüler T, Kolb T, Murray A, 2021. Systematic error in ^{238}U decay chain radionuclides measurements due to ^{222}Rn emanation from reference materials. *Measurement* 184: 109893, DOI: [10.1016/j.measurement.2021.109893](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109893).

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

W latach 2010-2012 gościłem kilkakrotnie (łącznie 3 miesiące) na Université de Liège (Belgia) na wydziale Géochimie et Environnement sédimentaires, gdzie zajmowałem się separacją ołowiu do pomiarów izotopów ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb na spektrometrze Nu Plasma ICP-MS,

interpretacją tych danych w połączeniu z datowaniem izotopem ^{14}C . Głównym wynikiem pracy było opublikowanie artykułu [1] będącego podsumowaniem tych badań. Badania prowadzone w Université de Liège były finansowane na podstawie umowy bilateralnej.

W styczniu 2018 przebywałem w Scottish Universities Environment Research Centre (Wielka Brytania), gdzie prowadzone były prace dotyczące układu detekcji oraz mechanizmu, który prowadzi do powstawania impulsów wtórnych podczas rejestracji sygnału za pomocą fotopowielaczy. Podczas pobytu przedstawiłem prezentację pod tytułem "PMTs afterpulses". Mój pobyt możliwy był dzięki dofinansowaniu, przyznanemu na podstawie umowy pomiędzy The Royal Society of Edinburgh i Polską Akademię Nauk.

W styczniu 2023 przebywałem w Uniwersytecie w Salzburgu (Austria), gdzie zajmowałem się modelowaniem nierównowagi promieniotwórczej szeregu ^{238}U oraz jej wpływem na moc dawki promieniowania jonizującego w datowaniu dozymetrycznym. Ten pobyt sfinansowany został dzięki grantowi habilitacyjnemu udzielonemu przez rektora Politechniki Śląskiej.

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

A) Opieka naukowa nad studentami i doktorantami

- i. Promotor pracy inżynierskiej inż. Julii Pluty. Pani Julia Pluta jest współautorką prac naukowych [2,3] oraz jest laureatką Stypendium Ministra Edukacji i Nauki.
- ii. Promotor pomocniczy w pracy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Szymak.

B) Opieka nad studenckim kołem naukowym γFORCE (wspólnie z dr. hab. inż. G. Porębą i dr. hab. inż. P. Moską). Studenci działający w kole zaprezentowali wyniki swoich badań:

- i. cztery postery na konferencji DLED2022 w organizowanej przez University of Cologne.
- ii. dwa postery na konferencji DLED2021 w Loccum (Niemcy) organizowanej przez Leibniz Institute for Applied Geophysics
- iii. cztery postery na konferencji DLED2020 organizowanej przez Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology,

W latach 2021, 2022 i 2023 pięć projektów realizowanych przez Studenckie Koło Naukowe γ FORCE w drodze konkursu na Politechnice Śląskiej zostało zakwalifikowanych do finansowania.

C) Osiągnięcia dydaktyczne

- i. Wykłady i ćwiczenia laboratoryjne z Metod Numerycznych w Fizyce dla studentów Fizyki technicznej w latach 2020/2021, 2021/2022 oraz 2022/2023. W każdym roku akademickim kurs składał się z 30 godzin wykładów oraz 30 godzin ćwiczeń.
- ii. Ćwiczenia laboratoryjne i/lub ćwiczenia tablicowe z Fizyki dla studentów: Automatyki i Robotyki, Elektroniki i Telekomunikacji, Energetyki, Informatyki, Inżynierii Środowiska, Matematyki, Mechaniki i Budowy Maszyn, Technologii Chemicznej, Teleinformatyki w latach 2016/2017, 2017/2018, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022 oraz 2022/2023. W sumie przeprowadzonych zostało 18 cykli zajęć wymiarach od 15 do 60 godzin.
- iii. Ćwiczenia tablicowe z Fizyki Współczesnej dla studentów Górnictwa i Geologii w latach 2016/2017. Zajęcia składały się 60 godzin ćwiczeń.
- iv. Zajęcia seminaryjne pt. Projekt inżynierski dla studentów Fizyki Technicznej w latach 2021/2022 oraz 2022/2023. Przedmiot składał się z 30 godzin zajęć projektowych.
- v. Ćwiczenia laboratoryjne w języku angielskim dla studentów Informatyki w latach 2022/2023. Przedmiot składał się z 60 godzin ćwiczeń laboratoryjnych.

7. *Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.*

Od 2018 pełnię funkcję prezesa zarządu miDose Solutions Sp. z o.o. Ten spin-off został powołany w celu komercjalizacji innowacyjnych i opatentowanych rozwiązań z zakresu metrologii środowiskowych radioaktywności. Flagowym produktem spółki jest system μ DOSE do detekcji naturalnych radioizotopów α i β promieniotwórczych. System μ DOSE dedykowany jest datowaniu dozymetrycznemu naturalnych osadów geologicznych oraz artefaktów archeologicznych. Na

międzynarodowych Targach Wynalazków i Innowacji INTARG® 2020 system ten zdobył złoty medal targów oraz nagrodę Prezesa Urzędu Patentowego RP.

Spółka miDose Solutions Sp. z o.o. oferuje również rozwiązania dedykowane wysokorozdzielczej spektrometrii promieniowania gamma. Rozwiązanie zostało nagrodzone złotym medalem targów INTARG® 2020 oraz Dyplomem Ministra Funduszy i Polityki Regionalnej za innowacyjne rozwiązanie o wysokim poziomie TRL. W 2021 roku zespół w składzie: Konrad Tudyka, Grzegorz Poręba, Grzegorz Adamiec, Agnieszka Szymak, Piotr Moska otrzymał nagrodę Ministra Edukacji i Nauki za znaczące osiągnięcia w zakresie działalności wdrożeniowej.

Metrologia środowiskowej radioaktywności oraz systemy pomiarowe w datowaniu dozymetrycznym

Wprowadzenie

W środowisku występuje wiele radionuklidów, które powstały w sposób naturalny. Część z nich ma okres połowicznego rozpadu porównywalny z wiekiem Ziemi, jak np. ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K oraz ^{87}Rb , dlatego są obecne do dnia dzisiejszego. Podczas rozpadów radioizotopów ^{238}U , ^{235}U oraz ^{232}Th powstają nowe, również niestabilne produkty, co prowadzi do utworzenia się tzw. szeregów promieniotwórczych, w których występują radionuklidy o znacznie krótszych okresach połowicznego rozpadu. Niektóre naturalnie występujące radionuklidy są ciągle produkowane pod wpływem promieniowania kosmicznego. Przykładowo, ^{14}C powstaje w górnych warstwach atmosfery w wyniku reakcji $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$. Naturalnie występujące radioizotopy mają wiele zastosowań. W tym autoreferacie skupię się na ich metrologii oraz wykorzystaniu do wyznaczania wieku osadów oraz artefaktów archeologicznych, głównie przy pomocy izotopu węgla ^{14}C oraz metod bazujących na dozymetrii promieniowania jonizującego.

Izotop węgla ^{14}C jest cały czas produkowany, w pierwszym przybliżeniu ma stałą koncentrację w atmosferze. Poprzez asymilację $^{14}\text{CO}_2$ przedostaje się do biosfery, a po śmierci organizmu zawartość ^{14}C zaczyna maleć zgodnie z zależnością

$$a_{\text{C-14}} = a_{0, \text{C-14}} \exp(-\lambda t) \quad (1)$$

gdzie: $a_{\text{C-14}}$ to aktywność właściwa w próbce, $a_{0, \text{C-14}}$ to referencyjna aktywność we wzorcu współczesnej biosfery, λ to stała zaniku ^{14}C , a t to czas, który upłynął od śmierci organizmu. Wielkości $a_{\text{C-14}}$ oraz $a_{0, \text{C-14}}$ można zmierzyć, np. przy pomocy spektrometrii ciekłoscyntylacyjnej. λ jest stałą, więc czas t , który upłynął od śmierci organizmu, można obliczyć. W praktyce obliczania wieku, z równania (1) jest nieco bardziej skomplikowane, ponieważ uwzględnia się szereg czynników, takich jak frakcjonowanie izotopów węgla, efekty rezerwuarowe, czy zmienność ^{14}C w czasie. Bardziej kompletny model obliczeń oraz kalibracji można znaleźć w pracach [4–6].

Innym sposobem datowania jest wykorzystanie ziaren kwarcu i skalenia, które działają jako naturalne dozymetry. Gromadzą one sygnał od momentu ostatniej ekspozycji na światło słoneczne lub wysoką temperaturę. Mierząc zawartość radionuklidów szeregów ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th

i ^{40}K w ich otoczeniu, można obliczyć środowiskową moc dawki promieniowania jonizującego, co wykorzystane jest do wyznaczenia wieku zgodnie z zależnością

$$D = t\dot{D} \quad (2)$$

gdzie: D jest wartością dawki równoważnej pochłoniętej przez dozometr w środowisku, \dot{D} jest efektywną mocą dawki promieniowania w środowisku, a t czasem, który upłynął od ostatniej ekspozycji na światło słoneczne lub wysoką temperaturę. Tak jak w przypadku równania (1), wielkości D oraz \dot{D} w równaniu (2) również skrywają za sobą wiele czynników, które muszą być uwzględnione, co zostało opisane w pracach [7–10].

Poniżej przedstawiony zostanie skrótowy opis kluczowych osiągnięć w obszarze metrologii i systemów pomiarowych służących analizie środowiskowych radioaktywności oraz w zakresie datowania dozymetrycznego.

Kluczowe punkty osiągnięcia:

1. Zbadano statystykę impulsów wtórnych rejestrowanych przez fotopowielacz [H1] oraz zidentyfikowano i zaproponowano model, który prowadzi do ich powstania [H2].
2. Przedstawiono budowę spektrometru ciekłoscyntylacyjnego [H3] do pomiarów ^{14}C , ^{226}Ra oraz ^{222}Rn z możliwością pomiaru koincydencji czasowych [H4,H5].
3. Przedstawiono system μDOSE [H6] do pomiaru szeregów promieniotwórczych $^{238,235}\text{U}$, ^{232}Th oraz ^{40}K .
4. Opracowano aplikację internetową opartą na symulacji MC z analizą czułości, która została udostępniona społeczności zajmującej się datowaniem dozymetrycznym [H7,H8].
5. Zmierzone emanację ^{222}Rn z materiałów referencyjnych, w których wyspecyfikowano zawartości radionuklidów z szeregu ^{238}U [H9].

Szczegółowy opis każdego z punktów zostanie przedstawiony w dalszej części tekstu.

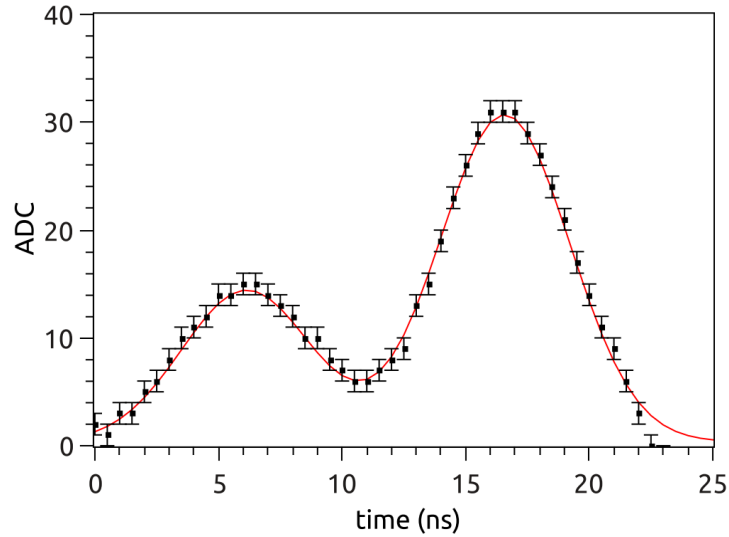
Koincydencje czasowe w sygnale rejestrowanym przez fotopowielacz

Czytniki TL (skrót z j. ang. thermoluminescence) i OSL (skrót z j. ang. optically stimulated luminescence) [11–14] wykorzystywane są do wyznaczania dawki równoważnej promieniowania. W urządzeniach tych rejestrowany jest sygnał przy pomocy fotopowielaczy lub innych układów

zdolnych do detekcji pojedynczych fotonów. Zazwyczaj przyjmuje się, że statystyka liczby zliczeń impulsów odpowiada rozkładowi Poissona, jednak dokładniejsze analizy [15] wykazały, że założenie takiego rozkładu jest pewnym przybliżeniem. Mechanizm prowadzący do tego odstępstwa w czytnikach TL/OSL był niewyjaśniony.

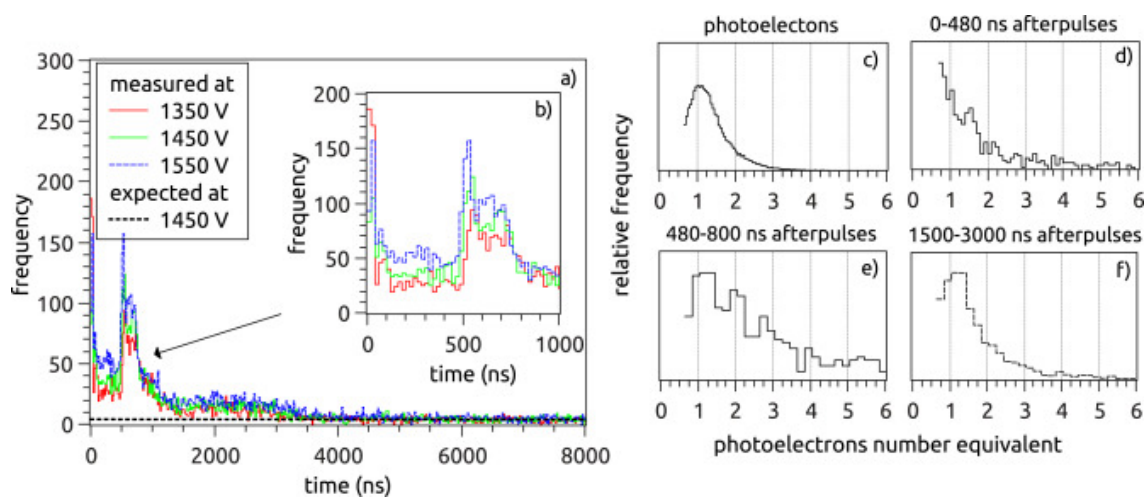
Problem ten zainicjował badania mające na celu wyjaśnienie, jaki mechanizm prowadzi do tego odstępstwa oraz, czy zaburzenie występuje również w innych układach elektronicznych wykorzystujących fotopowielacze do detekcji pojedynczych fotonów.

W ramach realizacji projektu LUMDOZ przygotowałem dwa układy pomiarowe [H1] dedykowane do badań statystyki zliczeń w czytnikach TL/OSL. Obydwa układy zintegrowane zostały z czytnikiem Daybreak TL/OSL wyposażonym w fotopowielacz EMI 9235QA. Sygnał z fotopowielacza rejestrowany był przez dwa oddzielne tory pomiarowe. Pierwszy tor pomiarowy bazował na mikrokontrolerze sygnałowym [16], który z wbudowanym 10 bitowym przetwornikiem ADC zdolny był do pracy z szybkością 2 MS/s. Analizator ze względu na sposób, w jakim inicjowany był zapis dedykowany był długim pomiarom (od 1 h do miesięcy). Natomiast drugi system pomiarowy oparty był o 8 bitowy ADC zdolny do próbkowania i zapisu danych z szybkością 2 GS/s poprzez układ FPGA do pamięci RAM. Układ dostarczał dane pomiarowe z dużą rozdzielczością czasową, jednak nie był odpowiedni do dłuższych pomiarów ze względu na kosztocłonną z punktu obliczeniowego analizę danych. Obydwa analizatory na podstawie zebranych danych wykrywały amplitudy impulsów oraz czasy impulsów. Dokonywane to było poprzez dopasowywanie przebiegów czasowych z wykorzystaniem algorytmów genetycznych. Takie podejście umożliwiło wyznaczanie czasów oraz amplitud impulsów nawet w przypadku, jeśli impulsy w pewnym stopniu nakładały się na siebie (Ryc. 1).



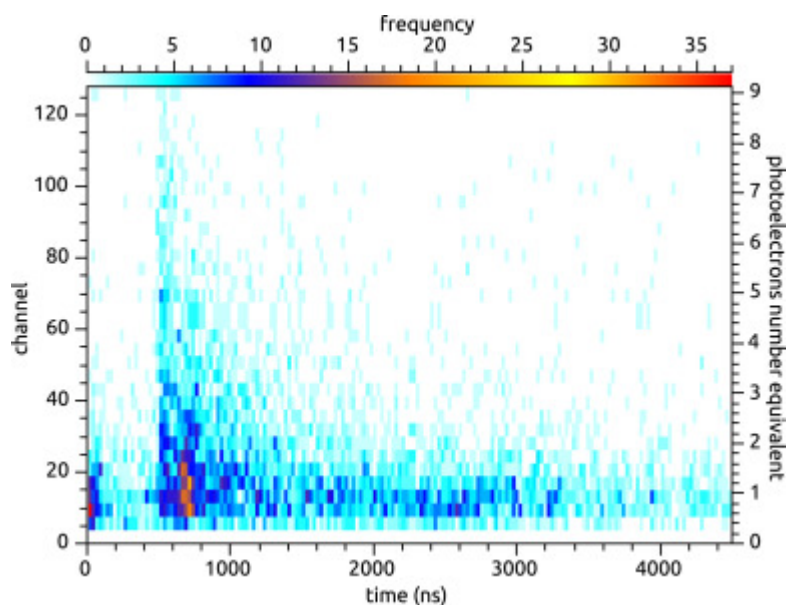
Ryc. 1. Dopasowane impulsy (linia) do zebranych danych (punktów) za pomocą algorytmu genetycznego (rycina z pracy [H1]).

Rozkłady odstępów czasu pomiędzy impulsami wykazały strukturę przedstawioną na Ryc. 2, która znacząco odbiega od oczekiwanego teoretycznego rozkładu wykładniczego. Wskazywało to na generowanie dodatkowych impulsów w torze pomiarowym przez fotopowielacz. Rozkład amplitud impulsów wtórnych oraz czasów (Ryc. 2) wskazywał na istnienie pewnych klas impulsów wtórnych. Bardzo charakterystyczne są impulsy wtórne, które występują około 500 ns po impulsie pierwotnym oraz mają amplitudę odpowiadającą około 1 - 10 fotoelektronom wybitym z fotokatody (Ryc. 3).



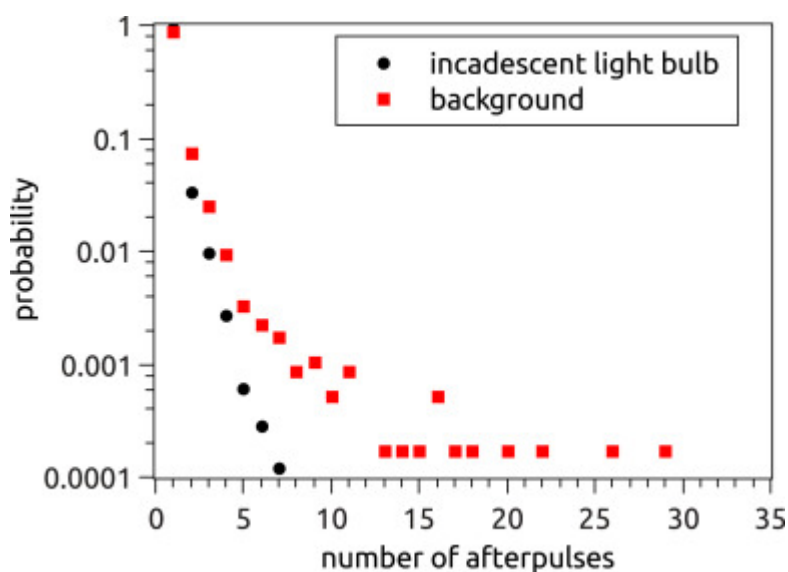
Ryc. 2. Rozkłady czasów pomiędzy impulsami (a-b) oraz amplitud impulsów wtórnych (c-f) uzyskane po ekspozycji fotopowielacza na pojedyncze fotony. Czarna przerywana linia (a) pokazuje oczekiwaną zależność dla niezależnych impulsów i.e rozkład wykładniczy (rycina z pracy [H1]).

Ponadto w przypadku zmiany wysokiego napięcia zasilającego fotopowielacz struktura (zaznaczona na Ryc. 2 strzałką) przesuwa się w stronę krótszych czasów wraz ze wzrostem napięcia.



Ryc. 3. Rozkład amplitud impulsów wtórnych i odstępów czasowych (rycina z pracy [H1]).

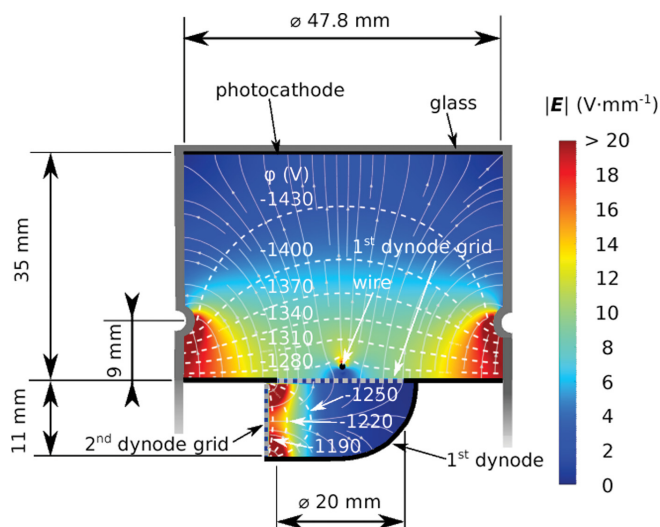
Na podstawie informacji o serii amplitud impulsów wraz z czasami odstępów pomiędzy impulsami można obliczyć prawdopodobieństwo wielokrotnych impulsów wtórnych (Ryc. 4). Innymi słowy pojedyncze “zjawisko” wywołuje serię impulsów, które przez czytnik rejestrowane są jako oddzielne zliczenia przez układ elektroniczny. W przypadku układu opisanego w [H1] wystawionego na działanie pojedynczych fotonów, około 7,5% impulsów było impulsami wtórnymi, a w przypadku tła, aż 31% to impulsy wtórne [H1]. Ponadto, w przypadku pomiarów tła zarejestrowano serie składające się z 28 impulsów.



Ryc. 4. Prawdopodobieństwo liczby impulsów w serii w oknach czasowych $250,7 \mu\text{s}$ (tło) i $3,254 \mu\text{s}$ (żarówka) odpowiednio dla źródła pojedynczych fotonów i tła. Jeden impuls w serii oznacza, że w ustawionym oknie czasowym wystąpił impuls pierwotny bez kolejnych impulsów następczych (rycina z pracy [H1]).

W niektórych pracach [17] impulsy wtórne były wiązane ze śladowymi ilościami gazów obecnych w fotopowielaczach. Jednak proste szacunki czasu przelotu jonów oraz prawdopodobieństwo impulsów wtórnych wywołanych przez gazy resztkowe nie zgadzają się z danymi pomiarowymi. Ponadto bardzo często impulsy występują w seriach. W celu zbadania mechanizmu powstawania impulsów zaprojektowałem i zaprogramowałem symulację Monte Carlo w języku Python [H2]. Dzięki danym uzyskanym z ET Enterprises Limited, stworzyłem model CAD fotopowielacza, a

następnie przy pomocy metody elementów skończonych obliczyłem natężenie pola elektrycznego wewnątrz objętości przedstawionej na Ryc. 5.

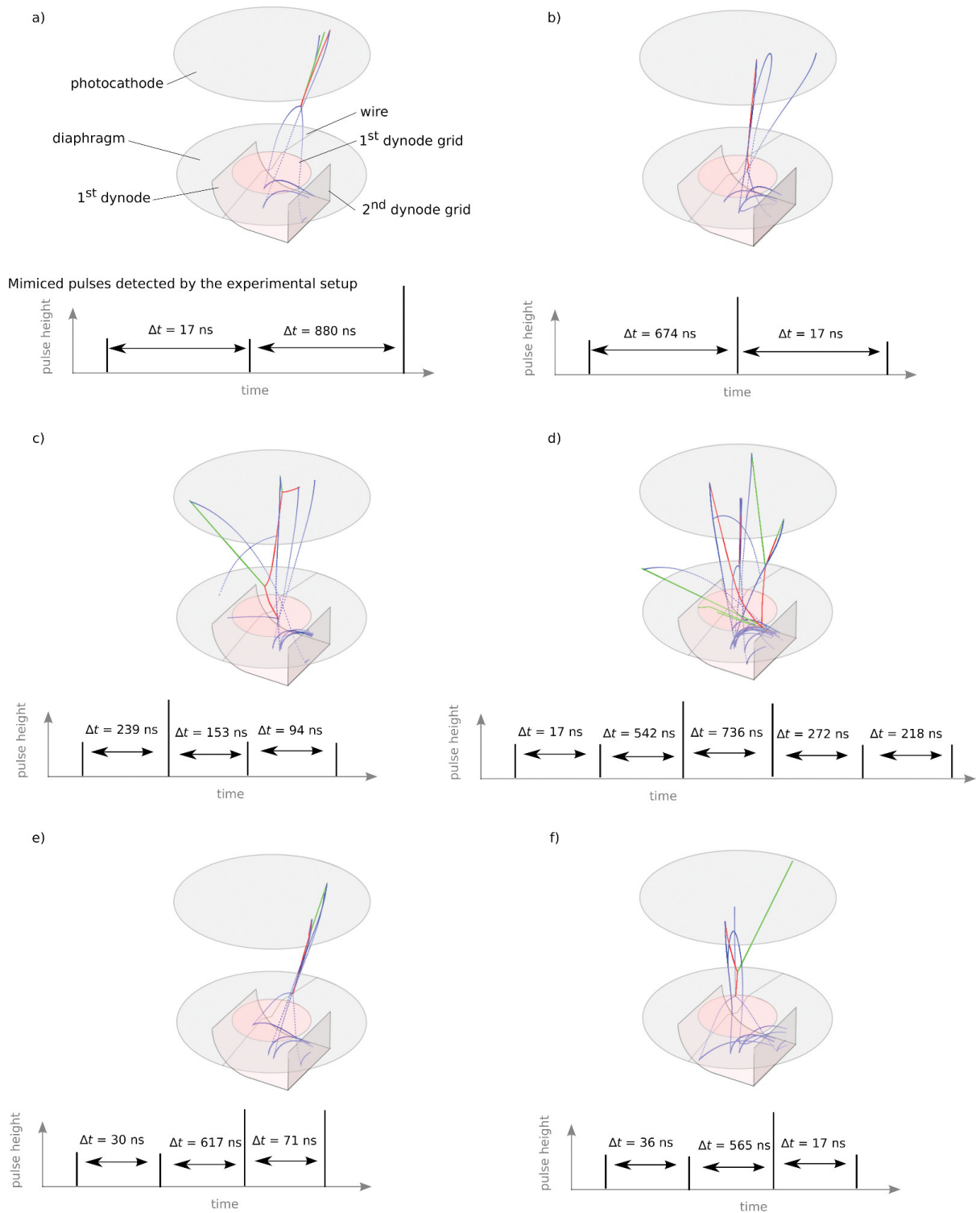


Ryc. 5. Rozkład potencjału i pola elektrycznego dla fotopowielacza (rycina z pracy [H2]).

W symulacji ująłem mechanizmy prowadzące do powstania e , He^+ oraz He_f wraz z przekrojami czynnymi reakcji w funkcji energii kinetycznej:

- $e + \text{He} \rightarrow e + \text{He}$,
- $e + \text{He} \rightarrow e + \text{He}^*$,
- $e + \text{He} \rightarrow 2e + \text{He}^+$,
- $\text{He}^+ + \text{He} \rightarrow \text{He}^+ + \text{He}$,
- $\text{He}^+ + \text{He} \rightarrow \text{He}_f + \text{He}^+$,
- $\text{He}_f + \text{He} \rightarrow \text{He}_f + \text{He}_{(f)}$,

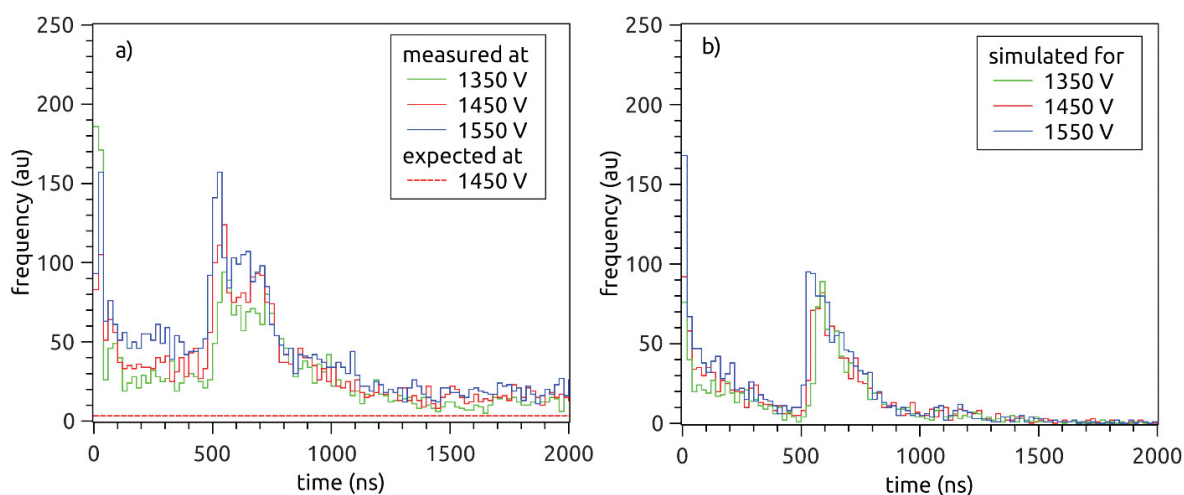
gdzie f oznacza “szybko” poruszające się neutralne atomy, które powstały w wyniku procesów d , e i f . Takie podejście pozwoliło zrekonstruować torów lotów e , He^+ oraz He_f w symulowanej objętości fotopowielacza przedstawionej na Ryc. 5. Sześć przykładowych jonizacji He^+ oraz torów lotów przedstawione są na Ryc. 6. Na tej samej rycinie (Ryc. 6) przedstawione są również oczekiwane amplitudy oraz odstępy czasu pomiędzy impulsami.



Ryc. 6. Sześć (a-f) zdarzeń jonizacji helu uzyskanych z symulacji. Trajektorie elektronów (niebieski), He^+ (czerwony) i energetycznie neutralne atomy He_f (zielony) z podanymi wysokościami impulsów i czasami dla symulowanego fotopowielacza (rycina z pracy [H2]).

Symulacja dostarczyła informacji o czasie lotu e , He^+ oraz He_f . Ze względu na rozkład pola elektrycznego (Ryc. 5) oraz zderzenia (Ryc. 6) czasy przelotu są znacznie dłuższe niż można oczekiwać przy założeniu stałego natężenia i braku oddziaływań. Ponadto w układzie detekcji występują impulsy podwójne o mniejszej amplitudzie, niż odpowiadająca pojedynczym fotolektronom.

Bardziej istotne, z punktu widzenia statystyki układu detekcji impulsów jest porównanie przedstawione jest na Ryc. 7, gdzie a) odpowiada pomiarom na rzeczywistym fotopowielaczu, a b) impulsom powstałym w symulacji. Symulacje MC wydają się dobrze tłumaczyć klasę impulsów wtórnych związanych z He zgromadzonym w fotopowielaczu. Nie są to jednak wszystkie procesy prowadzące do powstawania impulsów wtórnych. Porównanie różnic na Ryc. 7 (a i b) oraz eksperymenty opisane w [H1], związane z ekspozycją fotopowielacza na promieniowanie jonizujące w różnych temperaturach, sugerują, że część impulsów wtórnych jest związana z innymi procesami.



Ryc. 7. Porównanie rozkładów odstępów czasu uzyskanych z pomiarów (a) i symulacji (b) dla różnych napięć. Linia przerywana odpowiada oczekiwanemu rozkładowi wykładniczemu (rycina z pracy [H2]).

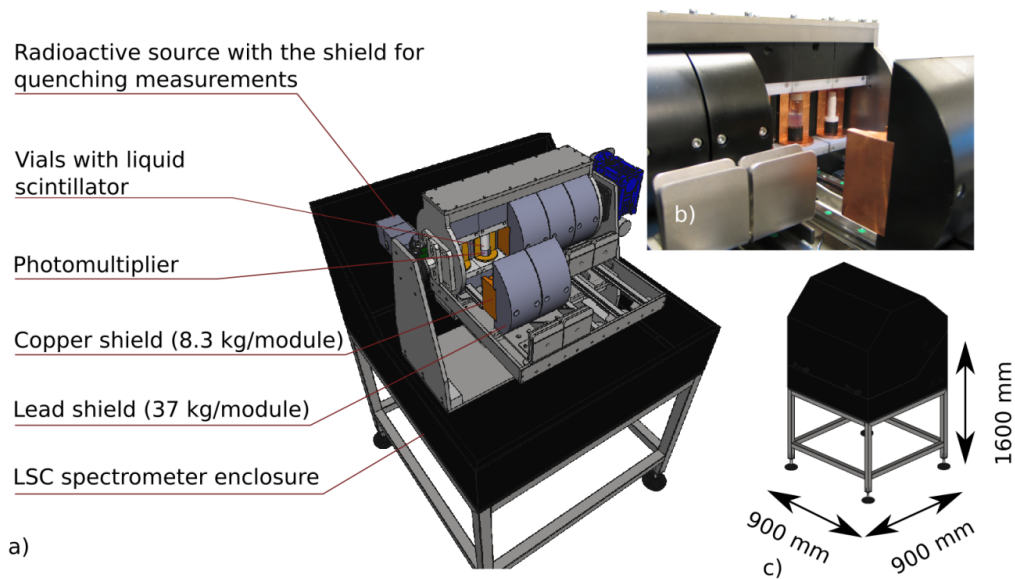
Wyniki symulacji MC wykazały, że proces powstawania impulsów wtórnych odległych w czasie o około kilkadziesiąt ns związany jest z rozpraszaniem elektronów lub jonizacją atomów He. Impulsy wtórne oddalone o 500 - 1000 ns o amplitudach znacznie większych niż pojedyncze fotolektrony są głównie wynikiem zderzenia He^+ z fotokatodą, w wyniku tego zderzenia z fotokatody wybijanych jest często więcej niż jeden elektron, co przekłada się na amplitudę

impulsu. Najbardziej interesujący wydaje się fakt, że zjawiska te prowadzą do powstawania serii impulsów (Ryc. 6). Ponadto czułość fotopowielacza może być pozornie zawyżona ponieważ jeden wybity fotoelektron może być rejestrowany jako wiele impulsów.

Ciekawym praktycznym zastosowaniem impulsów wtórnych oraz informacji statystycznej wydaje się redukcja tła w fotopowielaczu na podstawie rozkładów czasów i amplitud serii impulsów [H1, H2]. Jest ona przedmiotem ochrony patentowej [18]. W praktyce pozwala to obniżyć tło oraz powoduje zbliżenie rozkładu liczby zliczeń do rozkładu Poissona. Ponadto redukuje pozornie zawyżoną czułość fotopowielacza przez impulsy wtórne przy pomiarach pojedynczych fotonów. Wszystkie powyższe czynniki pozytywnie wpływają na jakość danych pomiarowych w układach wykorzystujących fotopowielacz do detekcji pojedynczych fotonów.

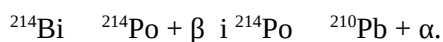
Detekcja, klasyfikacja i zastosowania koincydencji czasowej impulsów w pomiarach spektrometrii ciekłoscyntylacyjnej

Równoległe do prac związanych z fotopowielaczami w latach 2013-2016 kierowałem projektem Multicell - "Projekt i budowa prototypowego wielokomorowego spektrometru scyntylacyjnego do szybkich pomiarów niskich radioaktywności". Projekt realizowany był dzięki grantowi otrzymanemu z NCBiR w ramach programu LIDER 4. Głównym celem prac było opracowanie prototypu spektrometru ciekłoscyntylacyjnego [H3] oraz elektroniki pomiarowej [19] zdolnej do analizy amplitud, kształtów oraz czasu pomiędzy impulsami dla pomiarów niskich aktywności radionuklidów. Taki układ daje unikatowe możliwości pomiarowe, które są niedostępne w komercyjnych spektrometrach ciekłoscyntylacyjnych. Wynikiem prac była budowa prototypu systemu przedstawionego na Ryc. 8 do pomiarów radioaktywności ^{14}C , ^{226}Ra , ^{222}Rn . W przypadku pomiarów środowiskowych radioaktywności pomiary są czasochłonne i trwają zazwyczaj kilka dni.

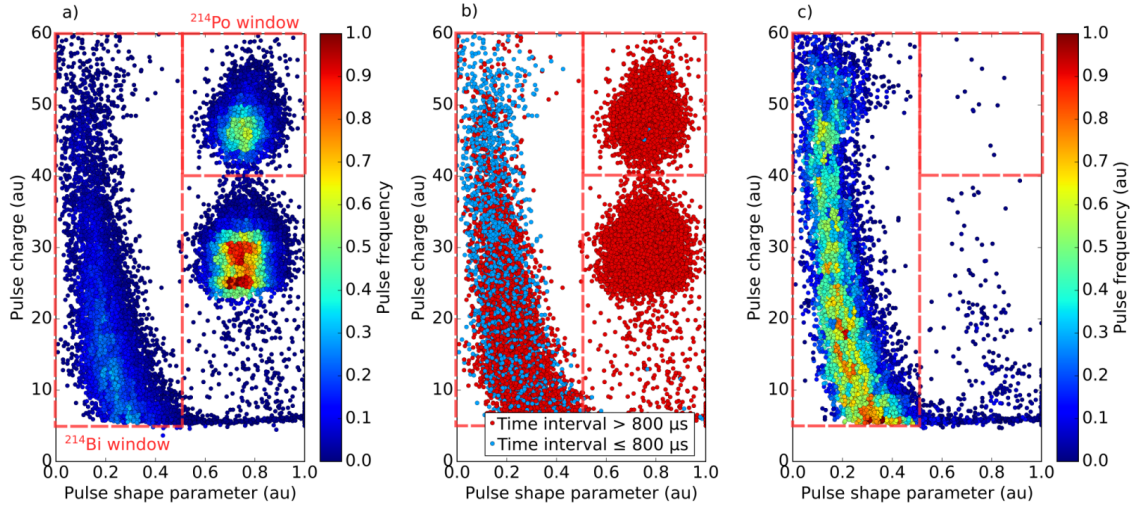


Ryc. 8. Spektrometr ciekłoscyntylacyjny do pomiarów środowiskowych radioaktywności ^{14}C , ^{226}Ra , ^{222}Rn (rycina z pracy [H3]).

Szczególnie interesujące z punktu widzenia koincydencji impulsów są pomiary ^{226}Ra i ^{222}Rn , gdzie w części szeregu występują rozpady



W wyniku sukcesywnych rozpadów oraz ze względu na czas połowicznego rozpadu ^{214}Po , który wynosi $163.6 \mu\text{s}$, następuje emisja pary cząstek β/α . Należy wspomnieć, że średni czas pomiędzy impulsami w pomiarach środowiskowych radioaktywności jest znacznie większy od tej wartości. Dzięki temu przypadkowe pary, które podlegają rozkładowi wykładniczemu, powstają względnie rzadko i mają określoną szybkość. Detekcja takich par rozpadów może służyć do wyznaczania zawartości ^{226}Ra oraz ^{222}Rn z bardzo niskim tłem pomiarowym detektora, wynoszącym $3,4 \text{ pary} \cdot \text{dzień}^{-1}$ przy rejestrowaniu 75% par na rozpad ^{222}Rn i rejestracji impulsów powyżej 160 keV [H4]. W przypadku dodatkowej analizy kształtu i wysokości impulsu (jak na Ryc. 9) tło można obniżyć do $1 \text{ pary} \cdot \text{dzień}^{-1}$ przy rejestrowaniu 72% par na rozpad ^{222}Rn [H3].



Ryc. 9. Widma amplitudy i kształtu impulsu otrzymane z pomiaru ^{222}Rn (a), odstępu czasu (b) oraz tła (c) (rycina z pracy [H3]).

Pomiar par rozpadów $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ [H3,H4] umożliwia między innymi pomiar śladowych zanieczyszczeń ^{222}Rn w ciekłych scyntylatorach przeznaczonych do pomiarów ^{14}C . W tych pomiarach pochodne ^{222}Rn , ^{214}Pb i ^{214}Bi emitują cząstki β które, ze względu na widmo energetyczne, są czasami rejestrowane w oknie pomiarowym ^{14}C . W przypadku techniki ciekłoscyntylacyjnej pozornie zawyża to zawartość ^{14}C . W praktyce, podczas jednego pomiaru [H3,H4][20], pozwala to na określenie zawartości ^{14}C oraz ^{222}Rn . Jest to między innymi wykorzystywane do datowania lub określania zawartości biokomponentów w paliwach, plastikach i smarach. Alternatywą w konwencjonalnych pomiarach jest sezonowanie ciekłych scyntylatorów tak, aby praktycznie cały ^{222}Rn rozpadł się do ^{210}Pb , którego radioaktywność można zaniedbać.

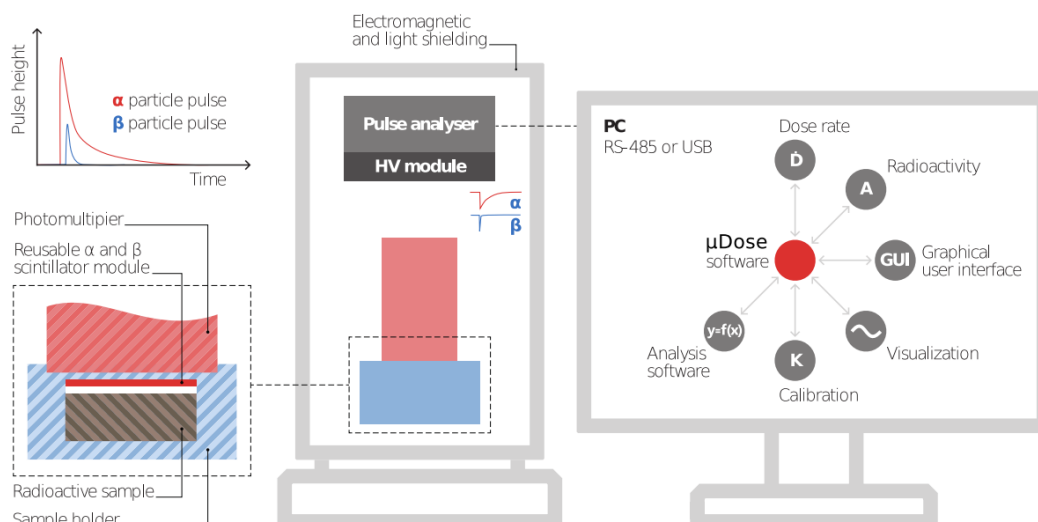
Systemy, które są opisane w pracach [H3,H4], nie są ogólnie dostępne komercyjnie. Szczególnie interesujące było więc zbadanie procedur opisanych w normach [21,22] do usuwania ^{222}Rn wykorzystywanych przez akredytowane laboratoria do określania zawartości biokomponentów. W tych pomiarach zawartość biokomponentów określa się na podstawie zawartości ^{14}C , ta natomiast mierzona jest w ciekłym scyntylatorze złożonym głównie z C_6H_6 , w którym atomy C pochodzą z badanego materiału. W trakcie syntezy C_6H_6 ciekły scyntylator jest często zanieczyszczony ^{222}Rn , który pochodzi z badanego materiału lub dostaje się do ciekłego scyntylatora w trakcie syntezy C_6H_6 . Z punktu widzenia metrologii pomiaru koincydencji impulsów aparatura opisana w pracach [H3,H4] umożliwiła mi przeprowadzenie serii eksperymentów [H5], które dostarczyły danych dotyczących zachowania się ^{222}Rn podczas syntezy

C₆H₆. W pracy [H5] odnotowałem również fakt, że w stosując metodę opisaną w normach [21,22], nie udało się wyeliminować skażenia ²²²Rn. Praca [H5] została ponadto wyprzedzona zgłoszeniem patentowym [23], w którym zaproponowałem sposób, jak wyeliminować zanieczyszczenie w postaci ²²²Rn nawet w przypadku, jeśli dane laboratorium radiologiczne nie dysponuje odpowiednim układem pomiarowym potrzebnym do pomiaru niskich ilości ²²²Rn poprzez zliczanie koincydencji impulsów.

Pary rozpadów i ich zastosowania systemie do pomiaru środowiskowej radioaktywności

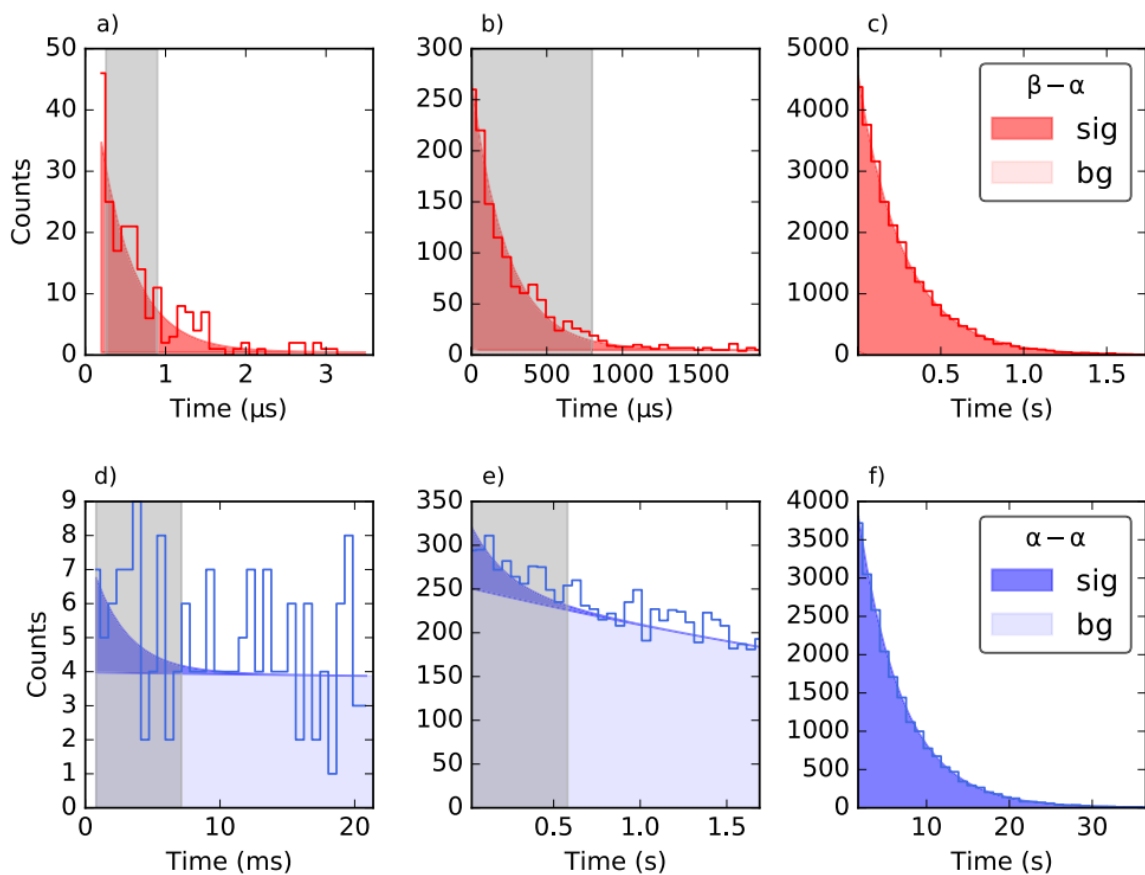
Z punktu widzenia datowania dozymetrycznego istotne są trzy szeregi promieniotwórcze ²³⁸U, ²³⁵U, ²³²Th oraz ⁴⁰K. Inne radionuklidy takie jak np. ¹⁴C czy ³H zazwyczaj nie stanowią większego wkładu do mocy dawki naturalnego promieniowania jonizującego. W praktyce do takich pomiarów używa się wysokorozdzielczej spektrometrii promieniowania γ [24,25], detektorów cząstek α [7] lub β [26,27]. Niemniej wysokorozdzielcza spektrometria promieniowania γ wymaga próbek o masie rzędu 100 g, ponadto kwanty γ , o odpowiedniej energii i wydajności, emitowane są tylko z niektórych radionuklidów w szeregach promieniotwórczych. Stanowi to wyzwanie w przypadku, gdy nie ma równowagi promieniotwórczej w badanym materiale. Detektory cząstek α odpowiednie są do pomiarów mniejszych próbek, rzędu 1 g. Z pomiarem par ²²⁰Rn/²¹⁶Po, oferują one możliwość określenia szeregów promieniotwórczych, jednak ⁴⁰K ze względu na swój rozpad, pozostaje niewidoczny dla detektorów cząstek α i wymaga oddzielnego pomiaru. W przypadku detektorów cząstek β pomimo, że dają pewien sumaryczny obraz o zawartości szeregów promieniotwórczych oraz ⁴⁰K, nie dają informacji o zawartości poszczególnych radionuklidów.

W celu wyeliminowania powyższych niedogodności powstał system pomiarowy μ DOSE, którego jestem głównym twórcą. System oferuje możliwość pomiaru małych próbek o masie rzędu 1 g oraz dostarcza informacje o zawartości szeregów promieniotwórczych ²³⁸U, ²³⁵U, ²³²Th oraz ⁴⁰K. Schemat blokowy systemu przedstawiony jest na Ryc. 10. System wykorzystuje opatentowaną głowicę pomiarową [28], która pozwala zwiększyć wydajność zliczeń fotonów pochodzących ze scyntytacji, jak również pozwala wyeliminować konieczność zmiany scyntytlatora razem z badanym materiałem. W głowicy znajduje się podwójny scyntytlator, który służy do detekcji cząstek α i β .



Ryc. 10. Schemat blokowy systemu μ DOSE (rycina z pracy [H6]).

Scyntyllacje w zależności od rodzaju cząstki mają różne przebiegi czasowe impulsów, co pozwala na jej sklasyfikowanie przez analizator oraz oprogramowanie [19]. Na podstawie analizy kształtu, amplitudy oraz czasu pomiędzy impulsami można wyseparować cztery typy par impulsów w koincydencji. Dwie pary impulsów pochodzą z rozpadów $^{220}\text{Rn}/^{216}\text{Po}$ i $^{212}\text{Bi}/^{212}\text{Po}$ z szeregu ^{232}Th , jeden typ par impulsów z rozpadu $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ z szeregu ^{238}U oraz jeden typ pary impulsów z rozpadów $^{219}\text{Rn}/^{215}\text{Po}$ z szeregu ^{235}U . Na Ryc. 11 przedstawione są histogramy, które ilustrują koincydencje czasowe impulsów w formie histogramów danych pomiarowych, teoretycznych rozkładów sygnału oraz tła. Następnie informacja o szybkości zliczeń cząstek α i β oraz czterech parach rozpadów jest wykorzystana do określenia zawartości szeregów promieniotwórczych ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th oraz ^{40}K , co jest przedmiotem ochrony patentowej [29].

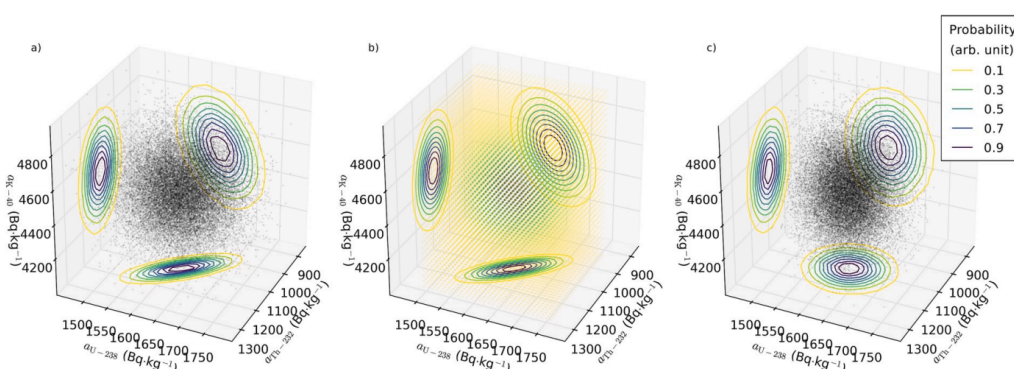


Ryc. 11. Rozkłady czasu pomiędzy impulsami β - α w zakresach a) 0–3,6 μ s, b) 3,6–2100 μ s, c) > 2100 μ s oraz α - α w zakresach d) 0,5–21 ms, e) 21 ms - 1,7 s, f) > 1,7s. Mierzone odstępy czasu są pokazane za pomocą wykresów schodkowych, dopasowany sygnał (sig) i tło (bg) przedstawione są za pomocą wypełnionych obszarów. Wykresy a), b), d) i e) pokazują kolejne rozkłady dla par $^{220}\text{Rn}/^{216}\text{Po}$, $^{219}\text{Rn}/^{215}\text{Po}$, $^{212}\text{Bi}/^{212}\text{Po}$ i $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$. c) i f) pokazują pozostałe, czysto losowe rozkłady przedziałów czasowych β - α i α - α . (rycina z pracy [H6]).

Precyzyjne pomiary mocy dawki oraz analiza niepewności ze skorelowanymi danymi w datowaniu dozymetrycznym

Dane pomiarowe rejestrowane przez system μ DOSE oraz sposób określania zawartości szeregów promieniotwórczych ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th oraz ^{40}K [29] prowadzi do zależnych niepewności, które mogą być opisane przez macierz kowariancji. Typowy przykład ilustrujący te powiązania przedstawiony jest na (Ryc 12). W pracy [H8] zaproponowałem metodę obliczania efektywnej mocy dawki dla datowania dozymetrycznego, która uwzględnia te korelacje. Dodatkowo

algorytmy w pracy [H8] pozwalają uwzględnić szereg czynników takich jak np. nasycenie defektów pułapkujących wewnątrz dozymetrów przez promieniowanie α , wielkość ziaren naturalnych dozymetrów, zawartość wody w osadzie, preparatykę chemiczną naturalnych dozymetrów oraz inne czynniki. Obliczenia te wykonane są przy pomocy symulacji MC oraz metod statystyki bayesowskiej. W praktyce uwzględnienie macierzy kowariancji opisującej wzajemne niepewności radionuklidów prowadzi do zmniejszenia niepewności pomiarowej, ponadto w tym przypadku symulacja MC pozwala na lepsze odwzorowanie niepewności, między innymi ze względu na nieliniowe elementy w modelu.



Ryc. 12. Rozkłady zawartości szeregów ^{238}U , ^{232}Th oraz ^{40}K , które odpowiadają statystycznie danym pomiarowym zarejestrowanym przez system μDOSE (a-b) oraz wysokorozdzielczą spektrometrię promieniowania gamma c). Wykres a) odpowiada symulacji Monte Carlo, wykres b) rozkładowi uzyskanym przy pomocy statystyki bayesowskiej (rycina z pracy [H7]).

Rozwinięciem pracy [H7] było stworzenie ogólnie dostępnej aplikacji do wyznaczania mocy dawki [H8]. W tej aplikacji online [H8] znacznie poszerzono moduły między innymi o możliwość wprowadzania danych o radionuklidach z innych systemów, jak spektrometria promieniowania γ , detektory cząstek α oraz β czy spektrometria mas sprzężona z plazmą wzbudzaną indukcyjnie. Dodatkowo uwzględniono zmienność natężenia promieniowania kosmicznego w przeszłości, co może mieć znaczenie w przypadku próbek o względnie małej mocy dawki rocznej pochodzącej od radionuklidów. Ponadto wykorzystując pracę [30] wprowadziłem możliwość przeprowadzenia analizy czułości Sobola.

Metrologia radionuklidów szeregu ^{238}U oraz emanacja ^{222}Rn z materiałów referencyjnych

Jednym z problemów podczas optymalizacji toru detekcji oraz prac rozwojowych związanym z systemem μDOSE była rozbieżność wyników w porównaniu z wysokorozdzielczą spektrometrią promieniowania γ . Ponadto materiały referencyjne z Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej wykazywały rozbieżność między sobą nawet przy tej samej technice pomiarowej. Doprowadziło to do badań, które wykazały, że emanacja ^{222}Rn przyczynia się w istotny sposób do zafałszowania wyników pomiarowych w wysokorozdzielczej spektrometrii promieniowania γ oraz w mniejszym stopniu w systemie μDOSE . Nie dziwi więc fakt, że niektóre wiodące laboratoria [24] decydują się na mieszanie próby z woskiem, co faktycznie eliminuje problem emanacji ^{222}Rn , ale jest procesem niszczącym oraz zmniejsza efektywną radioaktywność próby. Zaproponowane i przetestowane rozwiązanie [31,32] posłużyło zbadaniu emanacji z materiałów referencyjnych [H9]. Większość przebadanych materiałów pochodziła z Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej i jest szeroko stosowana do kalibracji systemów radiometrycznych. Z uzyskanych wyników można szacować, że emanacja może prowadzić do różnic pozornych aktywności pomiędzy standardami sięgającymi kilkudziesięciu procent. Ponadto w naturalnym środowisku występują materiały, w których nie występuje równowaga promieniotwórcza [24,31], a w takich przypadkach poprawne określenie ^{226}Ra na podstawie jego pochodnych jest szczególnie istotne dla datowania dozymetrycznego.

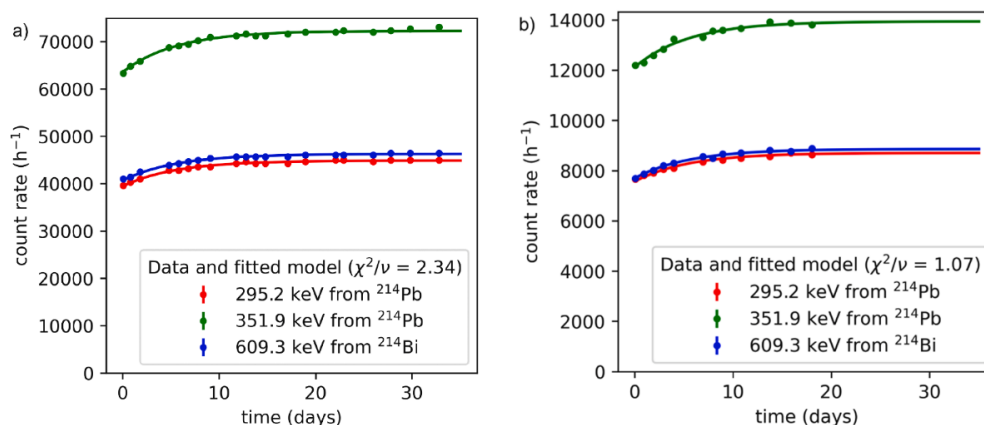


Fig. 14. Szybkości zliczeń netto linii γ emitowanych z ^{214}Pb i ^{214}Bi mierzone w materiale referencyjnym IAEA-448 z Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej zamkniętym w szczelnym pojemniku pomiarowym (po lewej) i zmieszanym z woskiem (b). Krzywe pokazują dopasowane modele (rycina z pracy [H9]).

Bibliografia:

1. Tudyka K, Pazdur A, De Vleeschouwer F, Lityńska-Zajac M, Chróst L, Fagel N. Holocene elemental, lead isotope and charcoal record from peat in southern Poland. *Mires and Peat* 2017; **19**(07): 1–18. DOI: 10.19189/MaP.2016.OMB.257.
2. Tudyka K, Poręba G, Szymak A, Rocznik J, Pluta J, Schüler T, *et al.* Systematic error in ^{238}U decay chain radionuclides measurements due to ^{222}Rn emanation from reference materials. *Measurement* 2021; **184**: 109893. DOI: 10.1016/j.measurement.2021.109893.
3. Poręba G, Tudyka K, Szymak A, Pluta J, Rocznik J, Świątkowski J, *et al.* Evaluating the effect of HF acid etching on quartz grains using microscope image analysis, laser diffraction, and weight loss particle size estimate. *Geochronometria* 2022. DOI: 10.2478/geochr-2022-0001.
4. Jull AJT, Burr GS, Hodgins GWL. Radiocarbon dating, reservoir effects, and calibration. *Quaternary International* 2013; **299**: 64–71. DOI: 10.1016/j.quaint.2012.10.028.
5. Reimer PJ, Austin WEN, Bard E, Bayliss A, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, *et al.* The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 2020; **62**(4): 725–757. DOI: 10.1017/RDC.2020.41.
6. Hua Q, Turnbull JC, Santos GM, Rakowski AZ, Ancapichún S, De Pol-Holz R, *et al.* ATMOSPHERIC RADIOCARBON FOR THE PERIOD 1950–2019. *Radiocarbon* 2022; **64**(4): 723–745. DOI: 10.1017/RDC.2021.95.
7. Aitken MJ. *Thermoluminescence Dating*. London: Academic Press; 1985.
8. Rhodes EJ. Optically Stimulated Luminescence Dating of Sediments over the Past 200,000 Years. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 2011; **39**(1): 461–488. DOI: 10.1146/annurev-earth-040610-133425.
9. Yukihiro EG, McKeever SWS, Andersen CE, Bos AJJ, Bailiff IK, Yoshimura EM, *et al.* Luminescence dosimetry. *Nature Reviews Methods Primers* 2022; **2**(1): 26. DOI: 10.1038/s43586-022-00102-0.
10. Chruścińska A. On some fundamental features of optically stimulated luminescence measurements. *Radiation Measurements* 2010; **45**(9): 991–999. DOI: 10.1016/j.radmeas.2010.07.013.
11. Bøtter-Jensen L, Bulur E, Duller GAT, Murray AS. Advances in luminescence instrument systems. *Radiation Measurements* 2000; **32**(5–6): 523–528. DOI: 10.1016/S1350-4487(00)00039-1.
12. Mandowska E, Mandowski A, Marczevska B, Bilski P. Organic–inorganic detectors with Al₂O₃:C microcrystallites. *Radiation Measurements* 2014; **71**: 174–177. DOI: 10.1016/j.radmeas.2014.03.007.
13. Richter D, Richter A, Dornich K. Lexsyg — A new system for luminescence research. *Geochronometria* 2013; **40**(4): 220–228. DOI: 10.2478/s13386-013-0110-0.
14. Wróbel D, Bilski P, Marczevska B, Mroziak A, Kłosowski M. Characterization of the Risø TL/OSL DA-20 reader for application in TL dosimetry. *Radiation Measurements* 2015; **74**: 1–5. DOI: 10.1016/j.radmeas.2014.12.011.
15. Adamiec G, Heer AJ, Bluszcz A. Statistics of count numbers from a photomultiplier tube and its implications for error estimation. *Radiation Measurements* 2012; **47**(9): 746–751. DOI: 10.1016/j.radmeas.2011.12.009.
16. Tudyka K, Bluszcz A. Very low cost multichannel analyzer with some additional features. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 2011; **659**(1): 419–421. DOI: 10.1016/j.nima.2011.09.015.

17. Akchurin N, Kim H. A study on ion initiated photomultiplier afterpulses. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 2007; **574**(1): 121–126. DOI: 10.1016/j.nima.2007.01.093.
18. Tudyka K, Bluszcz A. Sposób redukcji tła w fotopowielaczu. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Pat. 222909.
19. Milosz S, Tudyka K, Walencik-Lata A, Barwinek S, Bluszcz A, Adamiec G. Pulse Height, Pulse Shape, and Time Interval Analyzer for Delayed α/β Coincidence Counting. *IEEE Transactions on Nuclear Science* 2017; **64**(9): 2536–2542. DOI: 10.1109/TNS.2017.2731852.
20. Tudyka K, Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A. Sposób pomiaru radioaktywności ^{14}C z eliminacją składowej zliczeń pochodzącej z produktów sukcesywnego rozpadu ^{222}Rn za pomocą spektrometrii ciekłoscintylacyjnej. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Pat. 222910.
21. D20 Committee. *Test Methods for Determining the Biobased Content of Solid, Liquid, and Gaseous Samples Using Radiocarbon Analysis*. ASTM International; . DOI: 10.1520/D6866-11.
22. European Committee for Standardization. *EN 16640:2017 Bio-based products - Biobased carbon content - Determination of the bio-based carbon content using the radiocarbon method*. Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny; 2017.
23. Tudyka K, Pawełczyk F, Michczyński A. Sposób usuwania ^{222}Rn z benzenu dla pomiarów niskich radioaktywności izotopu węgla ^{14}C techniką ciekłoscintylacyjną, zwłaszcza do określania zawartości biokomponentów w paliwach, plastikach i smarach. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Pat. 240040.
24. Murray AS, Helsted LM, Autzen M, Jain M, Buylaert JP. Measurement of natural radioactivity: Calibration and performance of a high-resolution gamma spectrometry facility. *Radiation Measurements* 2018; **120**: 215–220. DOI: 10.1016/j.radmeas.2018.04.006.
25. Chruścińska A, Cicha A, Kijek N, Palczewski P, Przegiętka K, Sulkowska-Tuszyńska K. Luminescence dating of bricks from the gothic Saint James Church in Toruń. *Geochronometria* 2014; **41**(4): 352–360. DOI: 10.2478/s13386-013-0165-y.
26. Sanderson DCW. Thick source beta counting (TSBC): A rapid method for measuring beta dose-rates. *International Journal of Radiation Applications and Instrumentation Part D Nuclear Tracks and Radiation Measurements* 1988; **14**(1–2): 203–207. DOI: 10.1016/1359-0189(88)90065-9.
27. Bøtter-Jensen L, Mejdahl V. Assessment of beta dose-rate using a GM multicounter system. *International Journal of Radiation Applications and Instrumentation Part D Nuclear Tracks and Radiation Measurements* 1988; **14**(1–2): 187–191. DOI: 10.1016/1359-0189(88)90062-3.
28. Adamiec G, Tudyka K. Detektor scyntylacyjny do pomiaru radioaktywności α materiałów w postaci grubych źródeł. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Pat. 222910.
29. Tudyka K, Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Bluszcz A. Sposób pomiaru sukcesywnych par rozpadów $^{212}\text{Bi}/^{212}\text{Po}$ i $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ oraz ^{40}K w stałych materiałach promieniotwórczych, zwłaszcza w osadach geologicznych i ceramice. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Pat. 231607.
30. Jacques J, Lavergne C, Devictor N. Sensitivity analysis in presence of model uncertainty and correlated inputs. *Reliability Engineering & System Safety* 2006; **91**(10): 1126–1134. DOI: 10.1016/j.ress.2005.11.047.

31. Poręba G, Tudyka K, Walencik-Łata A, Kolarczyk A. Bias in ^{238}U decay chain members measured by γ -ray spectrometry due to ^{222}Rn leakage. *Applied Radiation and Isotopes* 2020; **156**: 108945. DOI: 10.1016/j.apradiso.2019.108945.
32. Poręba G, Tudyka K, Kolarczyk A. Pojemnik do pomiarów radioizotopów szeregu promieniotwórczego ^{238}U przy pomocy spektrometrii promieniowania γ . Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, zgł. nr P.428705 (patent przyznany).

.....

(podpis wnioskodawcy)

Summary of Professional Accomplishments

1. Name

Konrad Tudyka

2. Diplomas, degrees conferred in specific areas of science or arts, including the name of the institution which conferred the degree, year of degree conferment, title of the PhD dissertation.

- i. Ph.D. degree in Physics awarded by the Institute of Physics, University of Silesia in Katowice on May 15th, 2012.

Title of Ph.D. thesis: "Utilization of Liquid Scintillation β Radiation Spectrometry in Radiocarbon Dating of Early Metallurgy and Settlements in Upper Silesia."

- ii. Title of Master of Engineering in Technical Physics, awarded by the Faculty of Mathematics and Physics, Silesian University of Technology on November 22nd, 2007.

Thesis topic: "Design and construction of a setup for α particle scintillation activity measurements."

3. Information on employment in research institutes or faculties/departments or school of arts.

- i. From 01.05.2016 - Silesian University of Technology, Institute of Physics Centre for Science and Education, Department of Radioisotopes, Assistant Professor
- ii. 15.01.2013 - 30.04.2016 - Silesian University of Technology, Institute of Physics - Scientific and Didactic Center, Department of Radioisotopes, Assistant as part of the LUMDOZ project (contract number PBS1/A9/4/2012).

- iii. 15.12.2012 - 15.01.2013 - Silesian University of Technology, Institute of Physics Centre for Science and Education, Department of Radioisotopes, contracted
 - iv. 01.03.2012 - 30.09.2012 - ¼ of full time assistant's position equivalent - Silesian University of Technology, Institute of Physics Centre for Science and Education, Department of Radioisotope Applications
 - v. 01.10.2010 - 01.1.2011 - ¼ of an technician position - Silesian University of Technology, Institute of Physics Centre for Science and Education, Department of Radioisotope Applications
4. *Description of the achievements, set out in art. 219 para 1 point 2 of the Act.*

a) *scientific achievement title*

Metrology and instruments in environmental radioactivity measurement and dosimetric dating

b) *scientific publications*

H1 Tudyka K, Bluszcz A, 2016. A study on photomultiplier afterpulses in TL/OSL readers. *Radiation Measurements* 86: 39–48, DOI: [10.1016/j.radmeas.2016.01.004](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2016.01.004).

H2 Tudyka K, Adamiec G, Bluszcz A, 2016. Simulation of He⁺ induced afterpulses in PMTs. *Review of Scientific Instruments* 87(6): 063120, DOI: [10.1063/1.4954511](https://doi.org/10.1063/1.4954511).

H3 Tudyka K, Miłosz S, Ustrzycka A, Barwinek S, Barwinek W, Walencik-Łata A, Adamiec G, Bluszcz A, 2017. A low level liquid scintillation spectrometer with five counting modules for ¹⁴C, ²²²Rn and delayed coincidence measurements. *Radiation Measurements* 105: 1–6, DOI: [10.1016/j.radmeas.2017.06.003](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2017.06.003).

H4 Tudyka K, Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A, 2015. Low level ¹⁴C measurements in freshly prepared benzene samples with simultaneous ²¹⁴Bi/²¹⁴Po pairs counting for routine ²²²Rn contamination correction. *Radiation Measurements* 74: 6–11, DOI: [10.1016/j.radmeas.2015.01.010](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2015.01.010).

H5 Tudyka K, Pawełczyk F, Michczyński A, 2021. Bias arising from ²²²Rn

contamination in standardized methods for biobased content determination and a simple removal method. *Measurement* 167: 108263, DOI: [10.1016/j.measurement.2020.108263](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108263).

H6 Tudyka K, Miłosz S, Adamiec G, Bluszcz A, Poręba G, Paszkowski Ł, Kolarczyk A, 2018. μ Dose: a compact system for environmental radioactivity and dose rate measurement. *Radiation Measurements* 118: 8-13, DOI: [10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016](https://doi.org/10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016).

H7 Tudyka K, Bluszcz A, Poręba G, Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Kolb T, Lomax J, Fuchs M, 2020. Increased dose rate precision in combined α and β counting in the μ Dose system - a probabilistic approach to data analysis. *Radiation Measurements* 134: 106310, DOI: [10.1016/j.radmeas.2020.106310](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2020.106310).

H8 Tudyka K, Koruszowic M, Osadnik R, Adamiec G, Moska P, Szymak A, Bluszcz A, Zhang J, Kolb T, Poręba G, 2023. μ Rate: an online dose rate calculator for trapped charge dating. *Archaeometry* 65(2): 423-443, DOI: [10.1111/arcm.12828](https://doi.org/10.1111/arcm.12828).

H9 Tudyka K, Poręba G, Szymak A, Roczniak J, Pluta J, Schüler T, Kolb T, Murray A, 2021. Systematic error in ^{238}U decay chain radionuclides measurements due to ^{222}Rn emanation from reference materials. *Measurement* 184: 109893, DOI: [10.1016/j.measurement.2021.109893](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109893).

5. *Presentation of significant scientific or artistic activity carried out at more than one university, scientific or cultural institution, especially at foreign institutions.*

In the years 2010-2012, I visited the Université de Liège (Belgium) several times (a total of 3 months) at the Géochimie et Environnement sédimentaires department, where I was involved in separating lead for ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb measurements on the Nu Plasma ICP-MS spectrometer interpreting this data in combination with ^{14}C isotope dating. The main result of the work was the publication of the article [1] which summarizes these studies. The research at Université de Liège was financed on the basis of a bilateral agreement.

In January 2018, I was at the Scottish Universities Environment Research Centre (UK), where work was carried out on the detection system and mechanism leading to the formation of secondary pulses during signal registration using photomultipliers. During my stay, I gave a presentation titled "PMTs afterpulses". My stay was possible due to funding awarded on the basis of an agreement between The Royal Society of Edinburgh and the Polish Academy of Sciences.

In January 2023, I was at the University of Salzburg (Austria), where I was involved in modeling the radioactive decay series of ^{238}U and its impact on the ionizing radiation dose rate power in dosimetric dating. This stay was made possible through a habilitation grant from the Rector of the Silesian University of Technology.

6. *Presentation of teaching and organizational achievements as well as achievements in popularization of science or art.*

A) Academic supervision of students and PhD candidates.

- i. The supervisor of the Eng. thesis of Ms. Julia Pluta. Ms. Julia Pluta is a co-author of scientific papers [2,3] and a recipient of the Scholarship from the Ministry of Education and Science.
- ii. Assistant supervisor in the PhD thesis of MSc Eng. Agnieszka Szymak.

B) Supervision of the student research club γ FORCE (together with Dr. hab. Eng. G. Poręba and Dr. hab. Eng. P. Moska). The students in the club presented their scientific works:

- i. four posters at the DLED2022 conference organized by the University of Cologne.
- ii. two posters at the DLED2021 conference in Loccum (Germany) organized by the Leibniz Institute for Applied Geophysics,
- iii. four posters at the DLED2020 conference organized by the Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology,

In 2021 and 2022, three projects carried out by the γ FORCE received grants from the Silesian University of Technology.

C) Teaching achievements

- i. Lectures and laboratory course on Numerical Methods in Physics for students of Technical Physics in the years 2020/2021, 2021/2022, and 2022/2023. In each academic year, there were 30 hours of lectures and 30 hours of exercises.
- ii. Laboratory exercises and/or practical exercises in Physics for students of Automation and Robotics, Electronics and Telecommunications, Energy, Computer Science, Environmental Engineering, Mathematics, Mechanics and Machine Construction, Chemical Technology, and Teleinformatics. In total, 18 cycles of classes were conducted, ranging from 15 to 60 hours each.
- iii. Practical exercises in Modern Physics for students of Mining and Geology in the academic year 2016/2017. The classes consisted of 60 hours of practical exercises.
- iv. Seminars titled 'Engineering Project' for Technical Physics students in the academic years 2021/2022 and 2022/2023. The course consisted of 30 hours of project classes.
- v. Laboratory exercises in English for Computer Science students in the academic year 2022/2023. The course consisted of 60 hours of laboratory exercises.

7. *Apart from information set out in 1-6 above, the applicant may include other information about his/her professional career, which he/she deems important.*

Since 2018, I have been the CEO of miDose Solutions Sp. z o.o. This spin-off was established to commercialize innovative and patented solutions in the field of environmental radioactivity metrology. The company's flagship product is the μ DOSE system for the detection of natural α and β radioactive isotopes. The μ DOSE system is dedicated to the dosimetric dating of natural geological deposits and archaeological artifacts. At the INTARG® 2020 International Invention and Innovation Fair, this system won a gold medal and it was given the award from the President of the Polish Patent Office.

miDose Solutions Sp. z o.o. also offers solutions dedicated to high-resolution γ radiation spectrometry. This solution was awarded a gold medal at the INTARG® 2020 fair and a Diploma from the Minister of Funds and Regional Policy for an innovative solution with a high level of TRL. In 2021, the team of Konrad Tudyka, Grzegorz Poręba, Grzegorz Adamiec, Agnieszka Szymak, and Piotr Moska received an award from the Minister of Education and Science for significant achievements in implementation activities.

Environmental Radioactivity Metrology and Measurement Systems for Dosimetric Dating

Introduction

Many radionuclides that formed naturally are present in the environment. Some of them have a half-life comparable to the age of the Earth, such as ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K , and ^{87}Rb , that is why they still exist today. During the decay of radioisotopes like ^{238}U , ^{235}U , and ^{232}Th , new, also unstable products are formed, leading to the creation of so-called radioactive series which include radionuclides with significantly shorter half-lives. Some naturally occurring radionuclides are continuously produced under the influence of cosmic radiation. For example, ^{14}C is formed in the upper layers of the atmosphere as a result of the $^{14}\text{N}(\text{n,p})^{14}\text{C}$ reaction. Naturally occurring radioisotopes have various applications. In this self-review, I will focus on their metrology and their use in dating sediments and archaeological artifacts, primarily using carbon isotope ^{14}C and methods based on ionizing radiation dosimetry.

Carbon-14 is continuously produced, it has a roughly constant concentration in the atmosphere at a first approximation. Through the assimilation of $^{14}\text{CO}_2$, it enters the biosphere and after the death of an organism, the content of ^{14}C starts to decline according to the relationship:

$$a_{\text{C-14}} = a_{0, \text{C-14}} \exp(-\lambda t) \quad (1)$$

where $a_{\text{C-14}}$ is the specific activity of the sample, $a_{0, \text{C-14}}$ is the specific reference activity in the standard of the modern biosphere, λ is the decay constant of ^{14}C , and t is the time that has elapsed since the death of the organism. The $a_{\text{C-14}}$ and $a_{0, \text{C-14}}$ values can be measured, for example, using liquid scintillation spectrometry. Decay constant λ is known, so the time t that has elapsed since the death of the organism can be calculated. In practice, equation (1) is more complicated, as it takes into account several factors such as carbon isotope fractionation, reservoir effects, or variations in ^{14}C over time. A more complete model for calculations and calibrations can be found in works [4–6].

Another dating method involves the use of quartz and feldspar grains which act as natural dosimeters. They accumulate signal from the moment of their last exposure to sunlight or high temperature. By determining the content of radionuclides in the series of ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , and ^{40}K

in their environment, one can calculate the effective dose rate of ionizing radiation which is used to determine the age according to the relationship:

$$D = t\dot{D} \quad (2)$$

where D is the value of the equivalent dose of radiation absorbed by the dosimeter in the environment, \dot{D} is the effective dose rate of radiation in the environment, and t is the time that has elapsed since the last exposure to sunlight or high temperature. Just like in equation (1), the quantities D and \dot{D} in equation (2) also hide many factors that must be considered as described in publications [7–10].

Below is a brief description of key achievements in the field of metrology and measurement systems used for environmental radioactivity analysis and dosimetric dating.

My key achievements include:

1. Investigation of secondary pulse statistics recorded by the photomultiplier [H1], and identification and modeling of mechanisms leading to their formation [H2].
2. Design and construction of a liquid scintillation spectrometer [H3] for measuring ^{14}C , ^{226}Ra , and ^{222}Rn , with the capability to measure time coincidences [H4,H5].
3. Design and construction of the μDOSE system for measuring radioactive series ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , and ^{40}K [H6].
4. Development of a web application based on MC simulation and sensitivity analysis, that is made available to the community involved in dosimetric dating [H7,H8].
5. Measurement of ^{222}Rn emanation in IAEA reference materials used for assessing radionuclides from the ^{238}U series [H9].

A detailed description of each point will be presented in the later part of the text.

Time coincidences in a photocathode-recorded signal

Thermoluminescence (TL) and optically stimulated luminescence (OSL) readers [11–14] are used to determine the equivalent dose. In those readers the signal is recorded by the photomultiplier or other devices capable of detecting single photons. It is generally assumed that the counting

statistics correspond to a Poisson distribution, however more accurate analyses [15] have shown that this assumption is an approximation. The mechanism leading to this deviation in TL/OSL readers was not known.

This issue prompted the research aimed at explaining what mechanism leads to this deviation and whether the disturbance occurs in other electronic systems that use photomultipliers to detect single photons.

As part of the LUMDOZ project, I prepared two measurement systems [**H1**] dedicated to TL/OSL reader counting statistics research. Both systems were integrated with the Daybreak TL/OSL reader equipped with the EMI 9235QA photomultiplier. The signal from the photomultiplier was recorded by two separate measurement tracks. The first measurement track was based on a signal microcontroller [16] which had a built-in 10-bit ADC and was capable of working at a sampling rate of 2 MS/s. The analyzer, due to the way signal recording was initiated, was dedicated to long measurements (from 1 hour to months). Meanwhile, the second measurement system was based on an 8-bit ADC capable of sampling and recording data at a rate of 2 GS/s through an FPGA system to RAM memory. The system provided data with a high temporal resolution, but was not suitable for longer measurements due to the computationally costly analysis of data. Both analyzers, based on the collected data, detected pulse amplitudes and pulse times. This was done by fitting the time courses using genetic algorithms. This approach made it possible to determine the pulse times and amplitudes even if the impulses to some extent overlapped (Fig. 1).

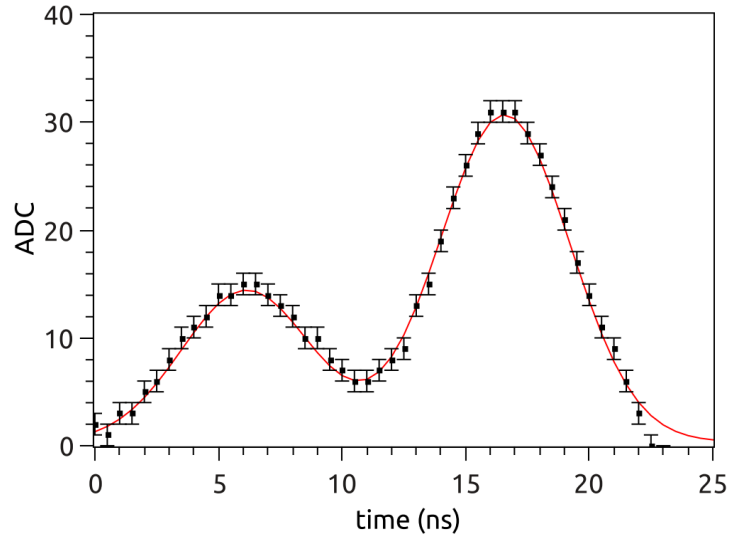


Fig. 1. Pulses fitted (line) to collected data (points) using a genetic algorithm (figure from work [H1]).

The distribution of time intervals between impulses revealed an interesting structure represented in Fig. 2. This significantly deviates from the expected theoretical exponential distribution. This indicated the generation of additional afterpulses in the photomultiplier. The distribution of secondary pulse amplitudes and times (Fig. 2) indicated the existence of certain classes of afterpulses. For example, afterpulses that occur about 500 ns after the primary pulse have an amplitude corresponding to about 1 to 10 photoelectrons emitted from the photocathode which is not explainable by simplified photomultiplier operation principles (Fig. 3).

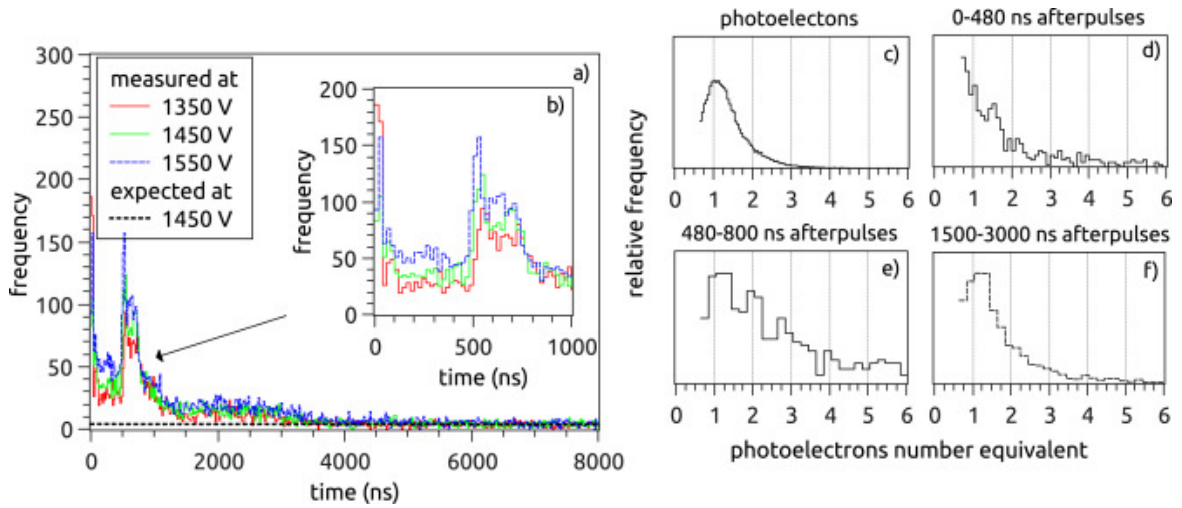


Fig. 2. Distributions of time intervals between pulses (a-b) and secondary pulse amplitudes (c-f) obtained after exposing the photomultiplier to single photons. The black dashed line (a) shows the expected dependence for independent pulses i.e exponential distribution (figure from work [H1]).

The results also showed that when the photomultiplier high voltage supply was increased, the structure (indicated on Fig. 2 with an arrow) shifted towards shorter times.

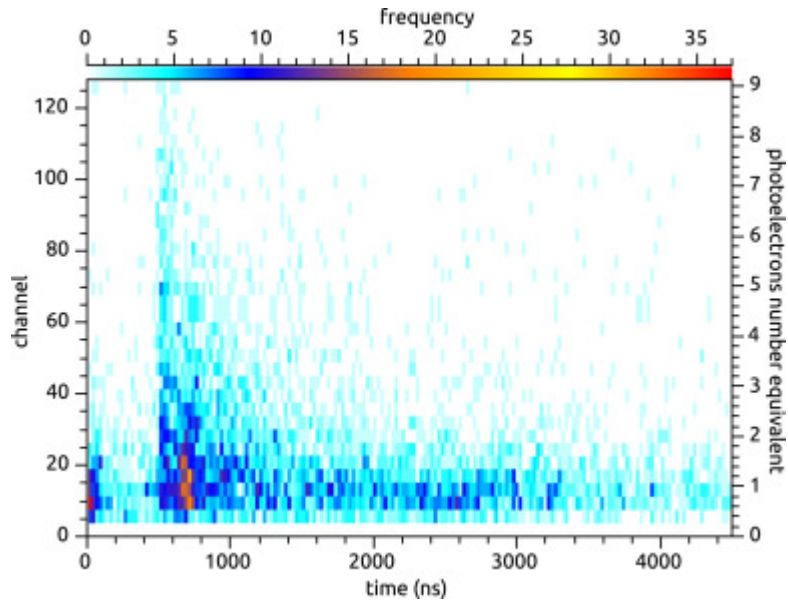


Fig. 3. Distribution of secondary pulse amplitudes and time intervals (figure from work [H1]).

Using pulse amplitudes and time intervals between pulses, it is possible to calculate the probability of multiple secondary pulses (Fig. 4). In other words, a single "event" triggers a series of pulses that are recorded as separate counts by the electronic system. In the case of the system described in

[H1] exposed to single photons, about 7.5% of the pulses are afterpulses, and in the case of background, 31% of pulses can be classified as afterpulses [H1]. Moreover, in the case of background measurements, a series consisting of 28 pulses was recorded.

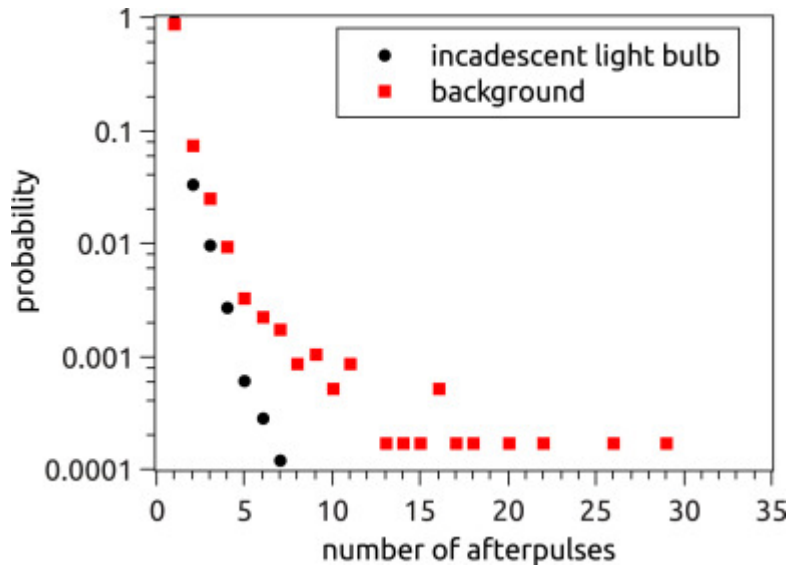


Fig. 4. The probability of the numbers of pulses in series within 250.7 μs (background) and 3.254 μs (light bulb) time windows for background and incandescent light bulb, respectively. One pulse in a series means there was a primary pulse without following afterpulses recorded within the adjusted time window (figure from work [H1]).

In some works [17], afterpulses were linked to trace amounts of gasses present in photomultipliers. However, simple time of flight estimates do not agree with the measurement data. Moreover, pulses often occur in series. In order to study the mechanism of pulse generation, I designed and programmed a Monte Carlo simulation in Python [H2]. Thanks to the photomultiplier geometry obtained from ET Enterprises Limited, I created a CAD model of the photomultiplier, and then I used the finite element method to calculate the electric field intensity inside the volume shown in Fig. 5.

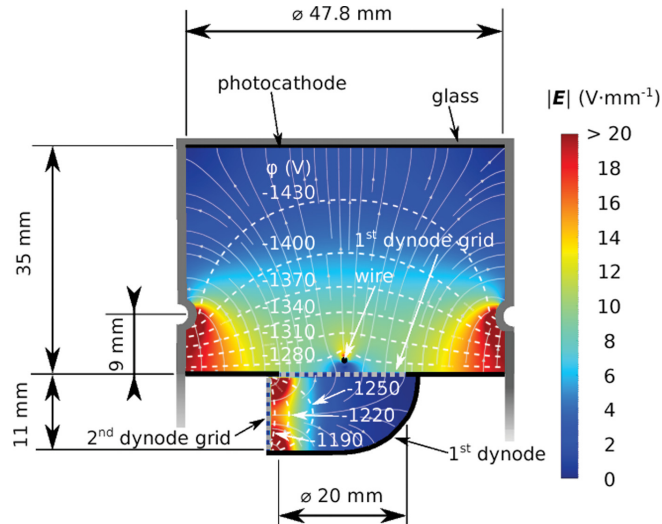


Fig. 5. The potential and electric field distributions for the simulated PMT when biased at -1450 V (figure from work [H2]).

In the simulation, I included the mechanisms leading to the creation of e , He^+ , and He_f along with the active cross-sections as a function of kinetic energy for the reactions:

- a. $e + \text{He} \rightarrow e + \text{He}$,
- b. $e + \text{He} \rightarrow e + \text{He}^*$,
- c. $e + \text{He} \rightarrow 2e + \text{He}^+$,
- d. $\text{He}^+ + \text{He} \rightarrow \text{He}^+ + \text{He}$,
- e. $\text{He}^+ + \text{He} \rightarrow \text{He}_f + \text{He}^+$,
- f. $\text{He}_f + \text{He} \rightarrow \text{He}_f + \text{He}_{(f)}$,

Where f represents 'fast' moving neutral atoms that were created as a result of processes d, e, and f. This approach allowed me to reconstruct the trajectories of e , He^+ , and He_f in the simulated photomultiplier volume shown in Fig. 5. Six examples of He^+ ionization and flight paths are shown in Fig. 6. The same figure (Fig. 6) also shows the expected amplitudes and time intervals between pulses.

The simulation provided information on the flight time of e , He^+ , and He_f . Due to the distribution of the electric field (Fig. 5) and collisions (Fig. 6), the flight times are significantly longer than expected with the assumption of a constant intensity and no interactions. In addition, in the detection system, there are double impulses with a smaller amplitude than the amplitude corresponding to single photoelectrons .

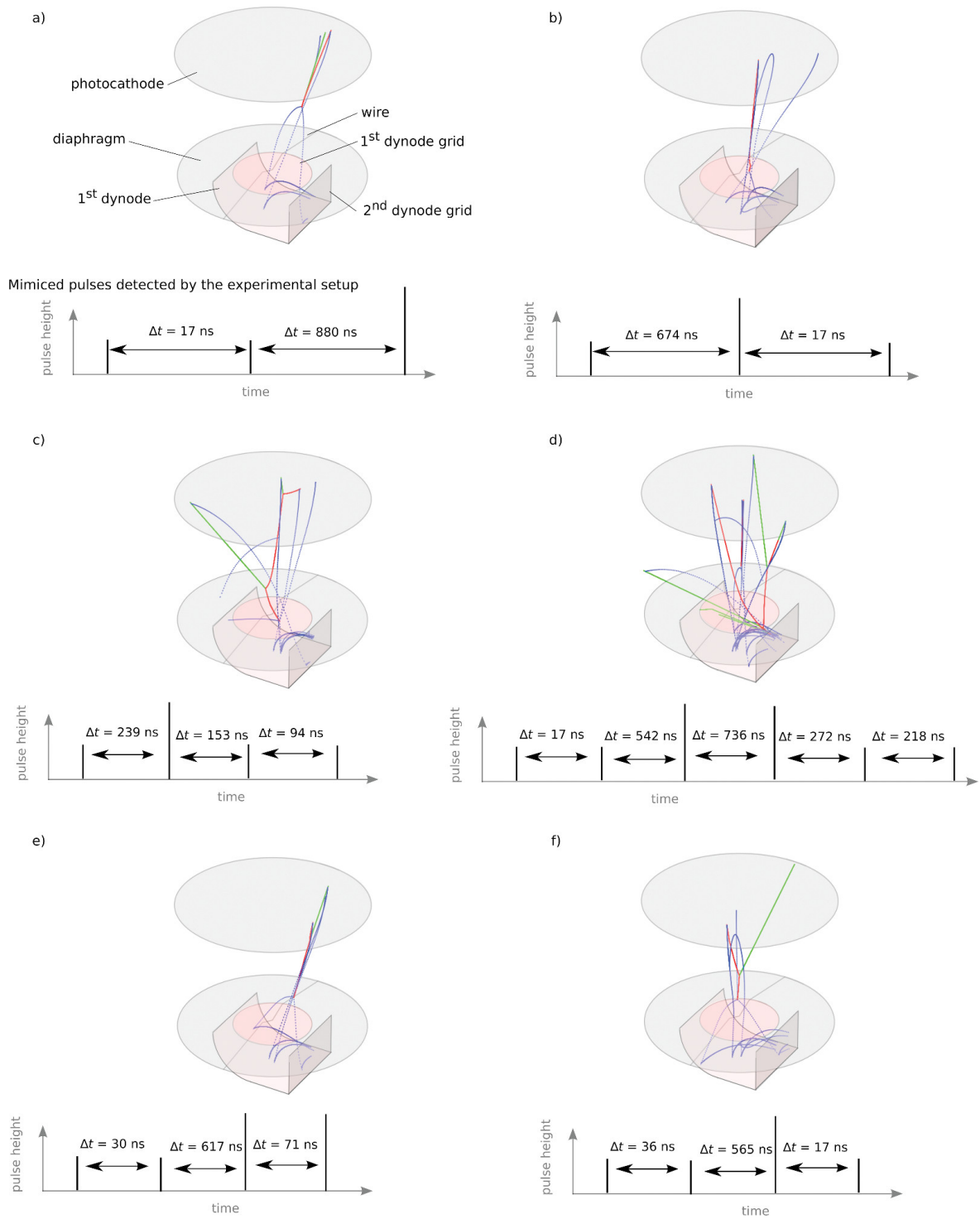


Fig. 6. Six ((a)-(f)) helium ionization events retrieved from simulation. Trajectories of electrons (blue), He^+ (red), and energetic neutral He (green) with given pulse heights and times (not in scale) detected by the virtual PMT (figure from work [H2]).

From the quantitative point of view, including the statistics of the pulse detection system statistics, the comparison shown in Fig. 7 is more important. Here a) corresponds to measurements on a real photomultiplier tube and b) to pulses generated in the MC simulation. The MC simulation explains well the class of secondary pulses associated with the residual He gas accumulated in the photomultiplier tube. However, these are not all the processes leading to the formation of secondary impulses. Comparison of differences in Fig. 7 (a and b) and the experiments described in [H1], related to the exposure of the photomultiplier to ionizing radiation at different temperatures, suggest that some of the afterpulses are related to other processes.

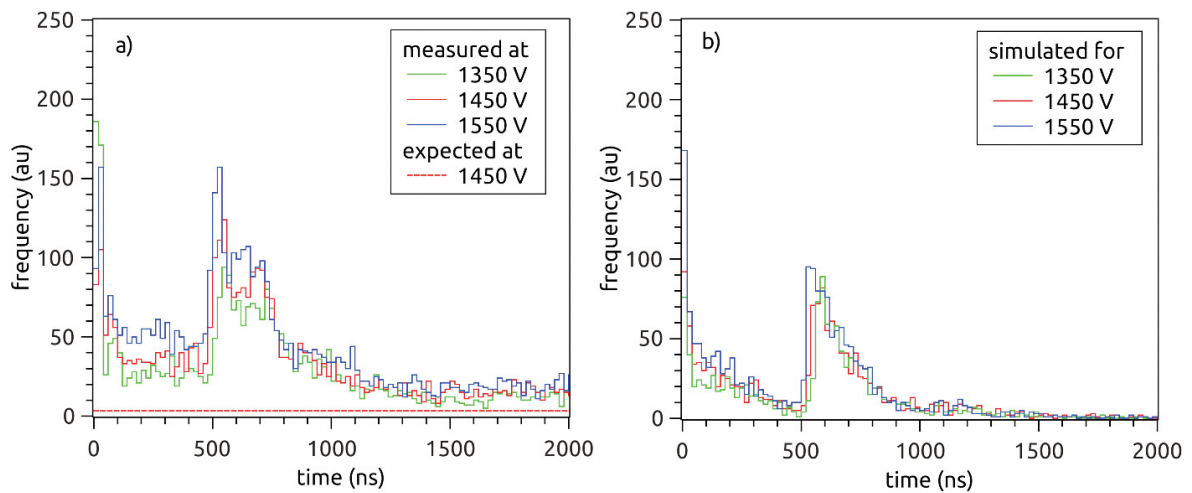


Fig. 7. Comparison of the time interval distributions from measurement and simulation for different high voltages (figure from works [H1,H2]).

The results of MC simulations showed that the generation of afterpulses distant in time by about tens of ns is related to the scattering of electrons or ionization of He atoms. Secondary pulses separated by 500 - 1000 ns with amplitudes much larger than single photoelectrons are mainly the result of the collision of He^+ with the photocathode, as a result of this collision, more than one electron is often knocked out of the photocathode, which translates into the amplitude of the pulse. The most interesting fact seems to be that these phenomena lead to the formation of a series of pulses (Fig. 6). In addition, the sensitivity of the photomultiplier may seem overestimated because one photoelectron ejected may be registered by more than one count.

An interesting practical application of afterpulse detection is for example the background reduction in the photomultiplier based on the distribution of times and amplitudes of a series of pulses [H1, H2]. It is the subject to patent protection [18]. In practice, this allows to lower the

background and causes the distribution of the number of counts to be closer to the Poisson distribution. In addition, it reduces apparent over-sensitivity of the photomultiplier which is induced by afterpulses when measuring single photons. All of the above factors improve the quality of measurement data in systems using a photomultiplier to detect single photons.

Detection, classification and applications of pulse timing in liquid scintillation spectrometry measurements

Parallely to the work related to photomultipliers, in the years 2013-2016 I managed the Multicell project - "Design and construction of a prototype multi-chamber scintillation spectrometer for fast measurements of low radioactivity". The project was implemented thanks to the grant received from the National Center for Research and Development under the LIDER 4 program. The main goal of the work was to develop a prototype of a liquid scintillation spectrometer [H3] with electronics [19] capable of analyzing amplitudes, shapes and time between pulses for measurements of low radionuclide activity. Such a system gives unique measurement possibilities that are unavailable in commercial liquid scintillation spectrometers. The result of the work was the construction of a prototype of the system shown in Fig. 8 for measurements of ^{14}C , ^{226}Ra , ^{222}Rn radioactivity. In the case of environmental radionuclides measurements usually take several days.

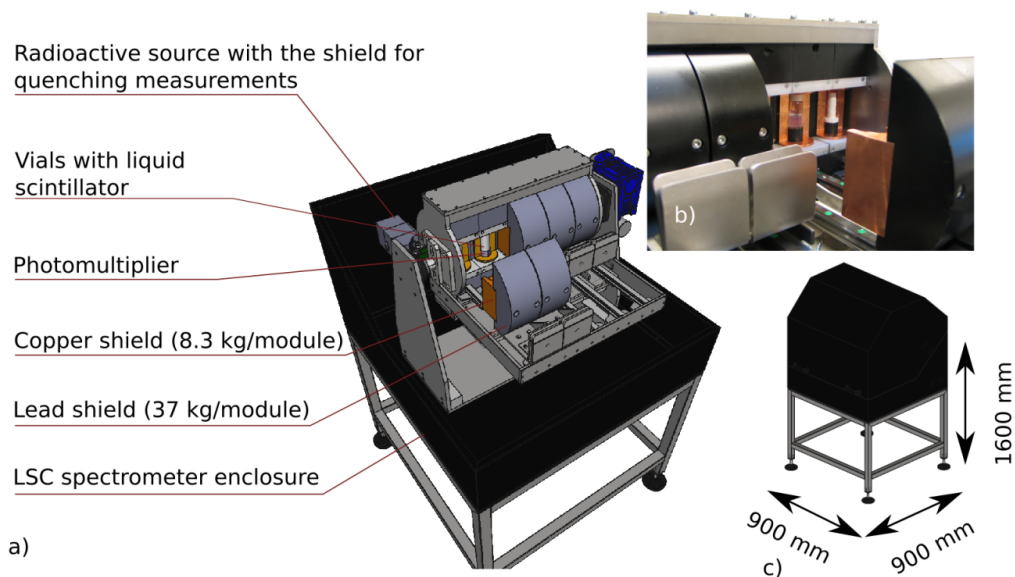


Fig. 8. Liquid scintillation spectrometer for environmental measurements of ^{14}C , ^{226}Ra , ^{222}Rn radioactivity (figure from work [H3]).

From the point of view of impulse coincidences these decays pair are particularly interesting



that can be used to measure ^{226}Ra and ^{222}Rn .

As a result of successive decays and due to a short half-life time of ^{214}Po , which is 163.6 μs , emission of β/α particle pair occurs. It should be mentioned that the average time between pulses in measurements of environmental radioactivity is much greater than 163.6 μs . Therefore random background pairs count rates are exceptionally low and the count rate is known. The detection of such decay pairs can be used to determine trace contents of ^{226}Ra and ^{222}Rn with a very low measurement background of the detector of 3.4 pairs $\cdot\text{day}^{-1}$ when registering 75% of pairs for the decay of ^{222}Rn in the registration of pulses above 160 keV [H4]. In the case of additional analysis of the shape and height of the pulse (as in Fig. 9), the background can be reduced to 1 pair $\cdot\text{day}^{-1}$ when registering 72% of pairs for the decay of ^{222}Rn [H3].

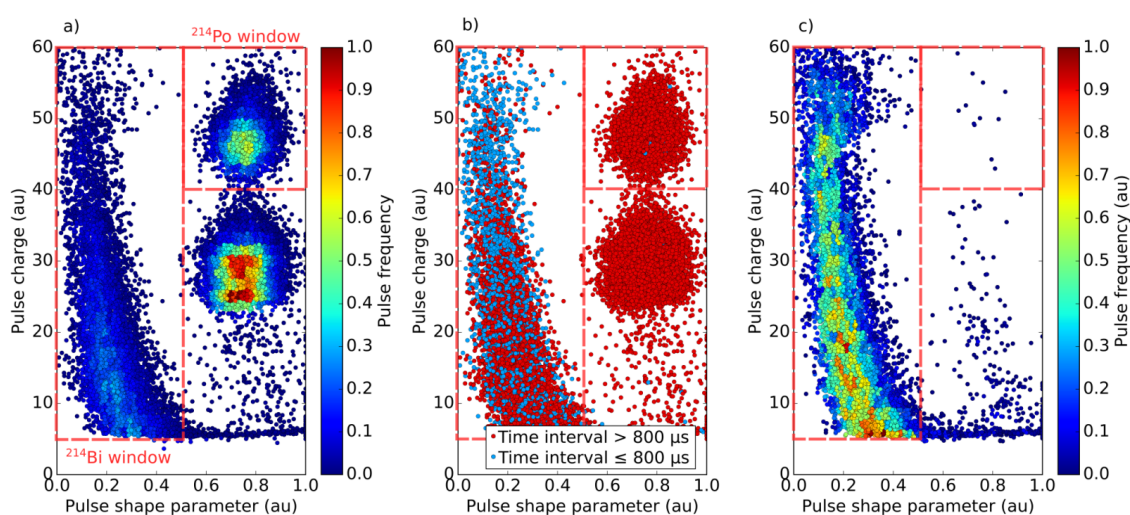


Fig. 9. Spectra of the amplitude and shape of the pulse obtained from the measurement of ^{222}Rn (a), the time interval (b) and the background (c) (figure from work [H3]).

In conventional liquid scintillation low level ^{14}C measurements liquid scintillation cocktails are stored for ca. one month. This seasoning is needed because cocktails are often contaminated with ^{222}Rn .

The measurement of $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ [H3,H4] decay pairs enables measuring trace impurities of ^{222}Rn in liquid scintillators intended for ^{14}C measurements. In these measurements, the ^{222}Rn , ^{214}Pb

and ^{214}Bi emit β particles which, due to the energy spectrum, are sometimes recorded in the ^{14}C measurement window. In the case of the liquid scintillation technique, this apparently overestimates the ^{14}C content. In practice, during one measurement [H3,H4][20] it allows to determine the content of ^{14}C and ^{222}Rn . This is used for ^{14}C dating and determining biocomponents in fuels, plastics and lubricants. An alternative solution is seasoning the liquid scintillators so that virtually all ^{222}Rn decays to ^{210}Pb , the radioactivity of which can be neglected.

The systems described in papers [H3,H4] are not generally commercially available. It was therefore particularly interesting to examine the procedures described in standards [21,22] for the removal of ^{222}Rn used by accredited laboratories to determine the content of bio-components. In these measurements, the content of bio-components is determined based on the content of ^{14}C , which is measured in a liquid scintillator mainly composed of C_6H_6 , in which the carbon atoms come from the material under investigation. During the synthesis of C_6H_6 , the liquid scintillator is often contaminated with ^{222}Rn , which either originates from the material under investigation or enters the liquid scintillator during the synthesis of C_6H_6 . From the metrology standpoint of coincidence pulse measurements, the apparatus [H3,H4] enabled me to conduct a series of experiments precisely described in [H5], which provided data on the behavior of ^{222}Rn during the synthesis of C_6H_6 . In paper [H5], I also noted the fact that, using the method described in standards [21,22], it was not possible to eliminate the contamination of ^{222}Rn . Furthermore, work [H5] was preceded by a patent application [23], which proposed how to eliminate contamination of ^{222}Rn , even if a given radiological laboratory does not have the appropriate measurement system needed to measure low quantities of ^{222}Rn through coincidence pulse counting.

Decay pairs and their applications in the system for measuring environmental radioactivity

From the perspective of dosimetric dating, three radioactive series are important: ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , and ^{40}K . Other radionuclides such as ^{14}C , or ^3H usually do not contribute significantly to the dose rate of natural ionizing radiation. In practice, high-resolution γ radiation spectrometry [24,25], α [7] or β [26,27] particle detectors are used for such measurements. However, high-resolution γ radiation spectrometry requires samples with a mass of the order of 100 g and γ rays with appropriate energy and efficiency are emitted only from certain radionuclides in decay chains. This presents a challenge when there is no radioactive equilibrium in the sample material. On the other hand, α particle detectors are suitable for measuring smaller samples, with a mass of ca. 1 g. By measuring the $^{220}\text{Rn}/^{216}\text{Po}$ pair, they offer the possibility of determining the radioactive series, but

^{40}K remains undetectable and it requires additional measurements. β particle detectors provide a certain overall picture of the content of radioactive series and ^{40}K , but they do not provide information on the content of individual radionuclides.

I was the team leader who developed the μDOSE system which eliminates the inconveniences mentioned in the paragraph above. The system offers the ability to measure small samples with a mass of the order of 1 g and provides information on the content of the radioactive series ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , and ^{40}K . The system uses a patented measuring head [28] that increases the efficiency of photon counting from scintillation and eliminates the need to change the scintillator together with the tested material. The block diagram of the system is shown in Fig. 10. The measuring head contains a double scintillator which is used for detecting α and β particles.

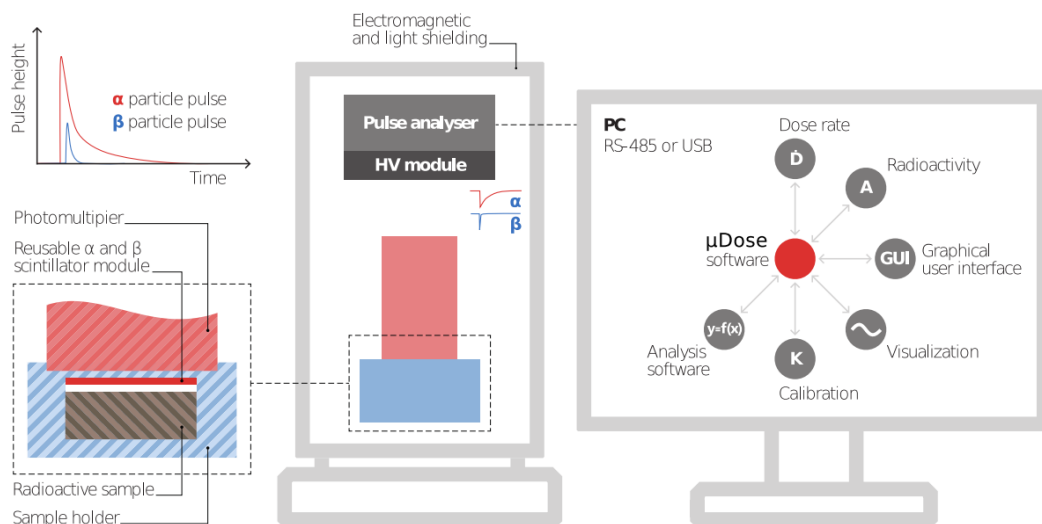


Fig. 10. Block diagram of the μDose system (figure from work [H6]).

α and β particles are detected in different scintillators and therefore they induce pulses with different shapes. This allows the analyzer [19] to classify pulses as α and β events. Based on the pulse shape, pulse height and time interval between pulses, four types of decay pairs are detected. Two decay pairs from the subsequent decays of $^{220}\text{Rn}/^{216}\text{Po}$ and $^{212}\text{Bi}/^{212}\text{Po}$ from the ^{232}Th series, one type of decay pair comes from the subsequent decays of $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ from the ^{238}U series, and one decay pair arises from the subsequent decays of $^{219}\text{Rn}/^{215}\text{Po}$ from the ^{235}U series. Fig. 11 shows histograms illustrating the time interval distribution of β - α (red) and α - α (blue) events, theoretical signal distributions and background. The information on the α and β countrates and the four decay

pairs is then used to determine the content of the ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , and ^{40}K radioactive series which is the subject of a patent [29].

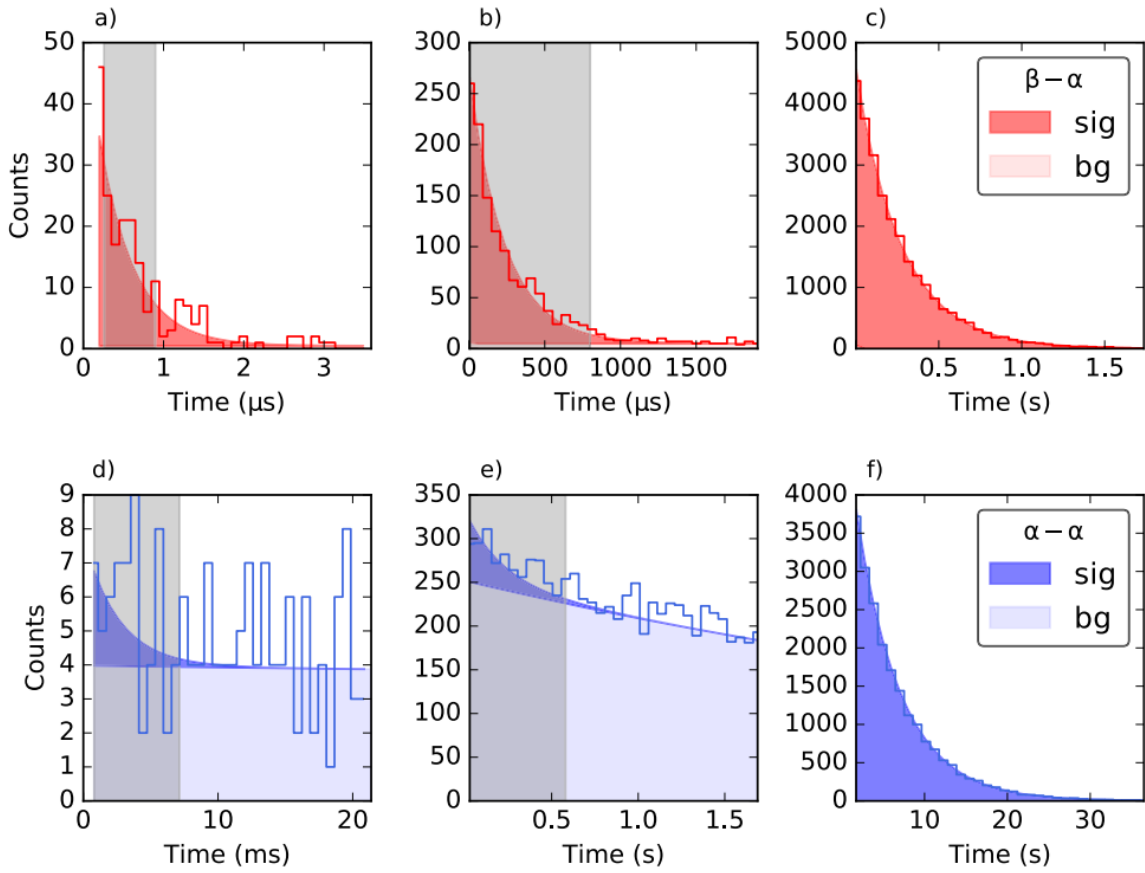


Fig. 11. Distributions for β - α time intervals in ranges a) 0–3.6 μs , b) 3.6–2100 μs , c) $> 2100 \mu\text{s}$ and α - α time intervals in ranges d) 0.5–21 ms, e) 21 ms - 1.7 s, f) > 1.7 s. Measured time intervals are shown by the stepped lines, the fitted signal (s) and background (b) are depicted by the filled areas. a), b), d) and e) plots reveal subsequent decays of $^{220}\text{Rn}/^{216}\text{Po}$, $^{219}\text{Rn}/^{215}\text{Po}$, $^{212}\text{Bi}/^{212}\text{Po}$ and $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$, respectively. c) and f) show remaining, purely random β - α and α - α time interval distributions. (figure from work [H6]).

Precise dose rate measurements and uncertainty analysis with correlated data

The calculation procedure used in the μDOSE system leads to correlated ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , and ^{40}K uncertainties [29] and this can be described by a covariance matrix. A typical example illustrating these relationships is shown in (Fig. 12). In [H8] I proposed a method for calculating effective dose rate for dosimetric dating that takes these correlations into account. Additionally, the

algorithm [H8] allows to account for α particle effectiveness, natural dosimeters grain sizes, water content in sediment, samples chemical preparation, and other factors. These calculations are performed using Monte Carlo simulations and Bayesian statistical methods. In practice, taking into account the covariance matrix leads to a reduction in measurement uncertainty. Furthermore, in this case, Monte Carlo simulation allows for better representation of uncertainties along with nonlinear elements in the model.

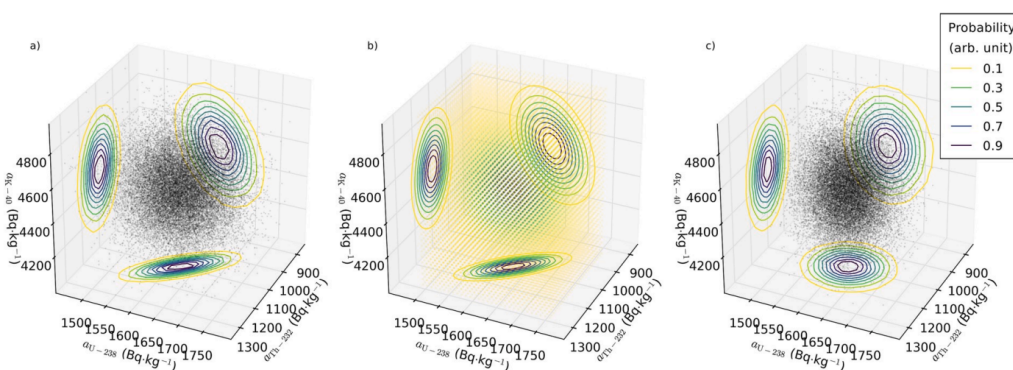


Fig. 12. Distributions of the natural ^{238}U , ^{232}Th , and ^{40}K contents, which correspond statistically to the measurement data recorded by the μDOSE system (a-b) and high-resolution γ radiation spectrometry (c). Graph a) corresponds to Monte Carlo simulation, graph b) corresponds to distributions obtained using Bayesian statistics (figure from work [H7]).

Later, I led the team that extended [H7] work and made available a μRate software for dose rate determination [H8]. This online service has significantly expanded modules, including the ability to enter data on radionuclides from other systems, such as γ radiation spectrometry, α and β particle detectors or inductively coupled plasma mass spectrometry. Additionally, the variability of cosmic radiation intensity in the past was taken into account which may be important for samples with relatively low dose rates from radionuclides. Furthermore, following [30] Sobol's sensitivity analysis.

Metrology of radionuclides of the ^{238}U series and ^{222}Rn emanation from reference materials

During early μDOSE system development discrepancy arose between high-resolution γ ray spectrometry. Additionally, reference materials from the International Atomic Energy Agency showed discrepancies even with the same measurement technique. This led to research which showed that ^{222}Rn emanation significantly alters measurement results in high-resolution gamma ray

spectrometry and to a lesser extent in the μ DOSE system. It is not surprising that few leading laboratories [24] decide to mix the sample with wax, which effectively eliminates the problem of ^{222}Rn emanation, but this is a destructive process and reduces the effective radioactivity of the sample. A solution was proposed and tested [31,32] to investigate the emanation from reference materials [H9]. Most of the tested materials came from the International Atomic Energy Agency and are widely used for calibration of radiometric systems. The obtained results indicate that emanation can lead to apparent activity differences between standards of up to several tens of percent. Additionally, in natural environments, there are materials in which radioactive equilibrium does not occur [24,31], and in such cases, the correct determination of ^{226}Ra based on its daughters is particularly important for trapped charge dating applications.

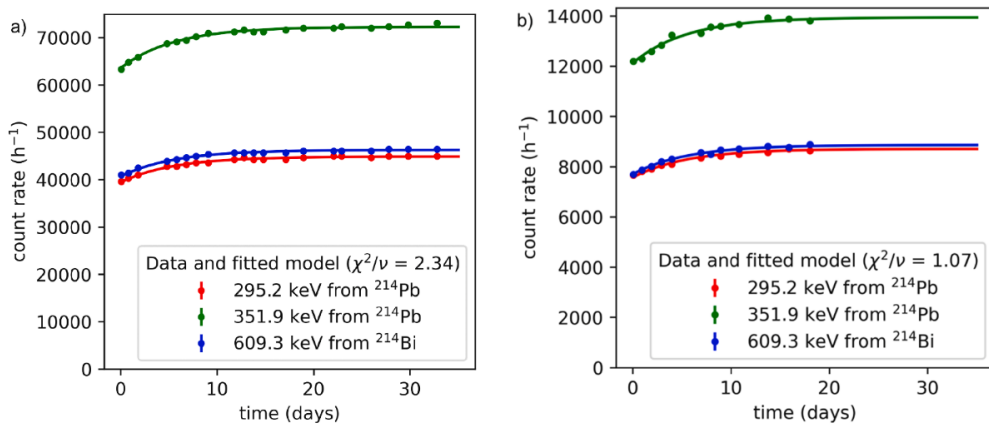


Fig. 14. Net counting rates of γ lines emitted from ^{214}Pb and ^{214}Bi measured in the IAEA-448 reference material from the International Atomic Energy Agency enclosed in a sealed measurement container (left) and mixed with wax (b). The curves show the fitted models (figure from work [H9]).

References:

1. Tudyka K, Pazdur A, De Vleeschouwer F, Lityńska-Zajac M, Chróst L, Fagel N. Holocene elemental, lead isotope and charcoal record from peat in southern Poland. *Mires and Peat* 2017; **19**(07): 1–18. DOI: 10.19189/MaP.2016.OMB.257.
2. Tudyka K, Poręba G, Szymak A, Rocznik J, Pluta J, Schüler T, *et al.* Systematic error in ^{238}U decay chain radionuclides measurements due to ^{222}Rn emanation from reference materials. *Measurement* 2021; **184**: 109893. DOI: 10.1016/j.measurement.2021.109893.
3. Poręba G, Tudyka K, Szymak A, Pluta J, Rocznik J, Świątkowski J, *et al.* Evaluating the effect of HF acid etching on quartz grains using microscope image analysis, laser diffraction, and weight loss particle size estimate. *Geochronometria* 2022. DOI: 10.2478/geochr-2022-0001.
4. Jull AJT, Burr GS, Hodgins GWL. Radiocarbon dating, reservoir effects, and calibration. *Quaternary International* 2013; **299**: 64–71. DOI: 10.1016/j.quaint.2012.10.028.
5. Reimer PJ, Austin WEN, Bard E, Bayliss A, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, *et al.* The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 2020; **62**(4): 725–757. DOI: 10.1017/RDC.2020.41.
6. Hua Q, Turnbull JC, Santos GM, Rakowski AZ, Ancapichún S, De Pol-Holz R, *et al.* ATMOSPHERIC RADIOCARBON FOR THE PERIOD 1950–2019. *Radiocarbon* 2022; **64**(4): 723–745. DOI: 10.1017/RDC.2021.95.
7. Aitken MJ. *Thermoluminescence Dating*. London: Academic Press; 1985.
8. Rhodes EJ. Optically Stimulated Luminescence Dating of Sediments over the Past 200,000 Years. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 2011; **39**(1): 461–488. DOI: 10.1146/annurev-earth-040610-133425.
9. Yukihiro EG, McKeever SWS, Andersen CE, Bos AJJ, Bailiff IK, Yoshimura EM, *et al.* Luminescence dosimetry. *Nature Reviews Methods Primers* 2022; **2**(1): 26. DOI: 10.1038/s43586-022-00102-0.
10. Chruścińska A. On some fundamental features of optically stimulated luminescence measurements. *Radiation Measurements* 2010; **45**(9): 991–999. DOI: 10.1016/j.radmeas.2010.07.013.
11. Bøtter-Jensen L, Bulur E, Duller GAT, Murray AS. Advances in luminescence instrument systems. *Radiation Measurements* 2000; **32**(5–6): 523–528. DOI: 10.1016/S1350-4487(00)00039-1.
12. Richter D, Richter A, Dornich K. Lexsyg — A new system for luminescence research. *Geochronometria* 2013; **40**(4): 220–228. DOI: 10.2478/s13386-013-0110-0.
13. Mandowska E, Mandowski A, Marczevska B, Bilski P. Organic–inorganic detectors with Al₂O₃:C microcrystallites. *Radiation Measurements* 2014; **71**: 174–177. DOI: 10.1016/j.radmeas.2014.03.007.
14. Wróbel D, Bilski P, Marczevska B, Mroziak A, Kłosowski M. Characterization of the Risø TL/OSL DA-20 reader for application in TL dosimetry. *Radiation Measurements* 2015; **74**: 1–5. DOI: 10.1016/j.radmeas.2014.12.011.
15. Adamiec G, Heer AJ, Bluszcz A. Statistics of count numbers from a photomultiplier tube and its implications for error estimation. *Radiation Measurements* 2012; **47**(9): 746–751. DOI: 10.1016/j.radmeas.2011.12.009.
16. Tudyka K, Bluszcz A. Very low cost multichannel analyzer with some additional features. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators,*

- Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 2011; **659**(1): 419–421. DOI: 10.1016/j.nima.2011.09.015.
17. Akchurin N, Kim H. A study on ion initiated photomultiplier afterpulses. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 2007; **574**(1): 121–126. DOI: 10.1016/j.nima.2007.01.093.
 18. Tudyka K, Bluszcz A. Sposób redukcji tła w fotopowielaczu. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Pat. 222909.
 19. Miłosz S, Tudyka K, Walencik-Lata A, Barwinek S, Bluszcz A, Adamiec G. Pulse Height, Pulse Shape, and Time Interval Analyzer for Delayed α/β Coincidence Counting. *IEEE Transactions on Nuclear Science* 2017; **64**(9): 2536–2542. DOI: 10.1109/TNS.2017.2731852.
 20. Tudyka K, Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A. Sposób pomiaru radioaktywności ^{14}C z eliminacją składowej zliczeń pochodzącej z produktów sukcesywnego rozpadu ^{222}Rn za pomocą spektrometrii ciekłoscintylacyjnej. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Pat. 222910.
 21. D20 Committee. *Test Methods for Determining the Biobased Content of Solid, Liquid, and Gaseous Samples Using Radiocarbon Analysis*. ASTM International; . DOI: 10.1520/D6866-11.
 22. European Committee for Standardization. *EN 16640:2017 Bio-based products - Biobased carbon content - Determination of the bio-based carbon content using the radiocarbon method*. Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny; 2017.
 23. Tudyka K, Pawełczyk F, Michczyński A. Sposób usuwania ^{222}Rn z benzenu dla pomiarów niskich radioaktywności izotopu węgla ^{14}C techniką ciekłoscintylacyjną, zwłaszcza do określania zawartości biokomponentów w paliwach, plastikach i smarach. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Pat. 240040.
 24. Murray AS, Helsted LM, Autzen M, Jain M, Buylaert JP. Measurement of natural radioactivity: Calibration and performance of a high-resolution gamma spectrometry facility. *Radiation Measurements* 2018; **120**: 215–220. DOI: 10.1016/j.radmeas.2018.04.006.
 25. Chruścińska A, Cicha A, Kijek N, Palczewski P, Przegiętka K, Sulowska-Tuszyńska K. Luminescence dating of bricks from the gothic Saint James Church in Toruń. *Geochronometria* 2014; **41**(4): 352–360. DOI: 10.2478/s13386-013-0165-y.
 26. Sanderson DCW. Thick source beta counting (TSBC): A rapid method for measuring beta dose-rates. *International Journal of Radiation Applications and Instrumentation Part D Nuclear Tracks and Radiation Measurements* 1988; **14**(1–2): 203–207. DOI: 10.1016/1359-0189(88)90065-9.
 27. Bøtter-Jensen L, Mejdahl V. Assessment of beta dose-rate using a GM multiscaler system. *International Journal of Radiation Applications and Instrumentation Part D Nuclear Tracks and Radiation Measurements* 1988; **14**(1–2): 187–191. DOI: 10.1016/1359-0189(88)90062-3.
 28. Adamiec G, Tudyka K. Detektor scyntylacyjny do pomiaru radioaktywności α materiałów w postaci grubych źródeł. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Pat. 222910.
 29. Tudyka K, Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Bluszcz A. Sposób pomiaru sukcesywnych par rozpadów $^{212}\text{Bi}/^{212}\text{Po}$ i $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ oraz ^{40}K w stałych materiałach promieniotwórczych, zwłaszcza w osadach geologicznych i ceramicie. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Pat. 231607.
 30. Jacques J, Lavergne C, Devictor N. Sensitivity analysis in presence of model uncertainty

and correlated inputs. *Reliability Engineering & System Safety* 2006; **91**(10): 1126–1134. DOI: 10.1016/j.ress.2005.11.047.

31. Poręba G, Tudyka K, Walencik-Łata A, Kolarczyk A. Bias in ^{238}U decay chain members measured by γ -ray spectrometry due to ^{222}Rn leakage. *Applied Radiation and Isotopes* 2020; **156**: 108945. DOI: 10.1016/j.apradiso.2019.108945.
32. Poręba G, Tudyka K, Kolarczyk A. Pojemnik do pomiarów radioizotopów szeregu promieniotwórczego ^{238}U przy pomocy spektrometrii promieniowania γ . Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, zgł. nr P.428705 (patent przyznany).

.....

(podpis wnioskodawcy)

Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny

Informacje zawarte w poszczególnych punktach tego dokumentu powinny uwzględniać podział na okres przed uzyskaniem stopnia doktora oraz pomiędzy uzyskaniem stopnia doktora a uzyskaniem stopnia doktora habilitowanego.

I. INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY

1. *Monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a Ustawy; lub*

- brak

2. *Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b Ustawy; lub*

H1 Tudyka K, Bluszcz A, 2016. A study on photomultiplier afterpulses in TL/OSL readers. *Radiation Measurements* 86: 39–48, DOI: [10.1016/j.radmeas.2016.01.004](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2016.01.004).

H2 Tudyka K, Adamiec G, Bluszcz A, 2016. Simulation of He⁺ induced afterpulses in PMTs. *Review of Scientific Instruments* 87 (6): 063120, DOI: [10.1063/1.4954511](https://doi.org/10.1063/1.4954511).

H3 Tudyka K, Miłosz S, Ustrzycka A, Barwinek S, Barwinek W, Walencik-Łata A, Adamiec G, Bluszcz A, 2017. A low level liquid scintillation spectrometer with five counting modules for ¹⁴C, ²²²Rn and delayed coincidence measurements. *Radiation Measurements* 105: 1–6, DOI: [10.1016/j.radmeas.2017.06.003](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2017.06.003).

H4 Tudyka K, Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A, 2015. Low level ¹⁴C measurements in freshly prepared benzene samples with simultaneous ²¹⁴Bi/²¹⁴Po pairs counting for routine ²²²Rn contamination correction. *Radiation Measurements* 74: 6–11, DOI: [10.1016/j.radmeas.2015.01.010](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2015.01.010).

H5 Tudyka K, Pawełczyk F, Michczyński A, 2021. Bias arising from ^{222}Rn contamination in standardized methods for biobased content determination and a simple removal method. *Measurement* 167: 108263, DOI: [10.1016/j.measurement.2020.108263](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108263).

H6 Tudyka K, Miłosz S, Adamiec G, Bluszcz A, Poręba G, Paszkowski Ł, Kolarczyk A, 2018. μDose : a compact system for environmental radioactivity and dose rate measurement. *Radiation Measurements* 118: 8-13, DOI: [10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016](https://doi.org/10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016).

H7 Tudyka K, Bluszcz A, Poręba G, Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Kolb T, Lomax J, Fuchs M, 2020. Increased dose rate precision in combined α and β counting in the μDose system - a probabilistic approach to data analysis. *Radiation Measurements* 134: 106310, DOI: [10.1016/j.radmeas.2020.106310](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2020.106310).

H8 Tudyka K, Koruszowicz M, Osadnik R, Adamiec G, Moska P, Szymak A, Bluszcz A, Zhang J, Kolb T, Poręba G, 2023. μRate : an online dose rate calculator for trapped charge dating. *Archaeometry* 65 (2): 423-443, DOI: [10.1111/arcm.12828](https://doi.org/10.1111/arcm.12828).

H9 Tudyka K, Poręba G, Szymak A, Roczniak J, Pluta J, Schüler T, Kolb T, Murray A, 2021. Systematic error in ^{238}U decay chain radionuclides measurements due to ^{222}Rn emanation from reference materials. *Measurement* 184: 109893, DOI: [10.1016/j.measurement.2021.109893](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109893).

3. Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c Ustawy.

- brak

W przypadku prac dwu- lub wieloautorских zaleca się złożenie oświadczenia przez habilitanta oraz współautorów wskazujące na ich merytoryczny (a NIE procentowy) wkład w powstanie każdej pracy [np. twórca hipotezy badawczej, pomysłodawca badań, wykonanie specyficznych badań (np. przeprowadzenie konkretnych doświadczeń, opracowanie i zebranie

ankiet, itp.), wykonanie analizy wyników, przygotowanie manuskryptu artykułu, i inne]. Określenie wkładu danego autora, w tym habilitanta, powinno być na tyle precyzyjne, aby umożliwić dokładną ocenę jego udziału i roli w powstaniu każdej pracy.

II. INFORMACJA O AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ ALBO ARTYSTYCZNEJ

1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1).

- brak

2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.

- brak

3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii.

- brak

4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2).

1. Tudyka K, Koruszowicz M, Osadnik R, Adamiec G, Moska P, Szymak A, Bluszcz A, Zhang J, Kolb T, Poręba G, 2023. μ Rate: an online dose rate calculator for trapped charge dating. *Archaeometry* 64 (2): 423-44, DOI: [10.1111/arcm.12828](https://doi.org/10.1111/arcm.12828). (IF 1,6¹) [H8]
2. Moska P, Sokołowski RJ, Zieliński P, Jary Z, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K, 2023. An Impact of Short-Term Climate Oscillations in the Late Pleniglacial and Late Glacial Interstadial on Sedimentary Processes and the Pedogenic Record in Central Poland. *Annals of the American Association of Geographers* 113 (1): 1-12. DOI: [10.1080/24694452.2022.2094325](https://doi.org/10.1080/24694452.2022.2094325). (IF 3,9¹)

¹ Dla publikacji z roku 2023 wskazano IF z roku 2022

3. Sokołowski RJ, Moska P, Zieliński P, Jary Z, Piotrowska N, Raczek J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K, 2022. Reinterpretation of fluvial-aeolian sediments from last glacial termination classic type localities using high-resolution radiocarbon data from the Polish part of the European Sand Belt. *Radiocarbon* 64 (6): 1387-1402. DOI: [10.1017/RDC.2022.37](https://doi.org/10.1017/RDC.2022.37). (IF 8,3)
4. Ginter A, Moska P, Poręba G, Tudyka K, Szymak A, Szczurek G, 2022. Absolute Dates of Artifacts From Lusatian Urnfield Cemetery at Brzezcie, Greater Poland. *Radiocarbon* 64 (6): 1471–1482, DOI: [10.1017/RDC.2022.70](https://doi.org/10.1017/RDC.2022.70). (IF 8,3)
5. Moska P, Sokołowski RJ, Jary Z, Zieliński P, Raczyk J, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K, 2022. Stratigraphy of the Late Glacial and Holocene aeolian series in different sedimentary zones related to the Last Glacial maximum in Poland. *Quaternary International* 630: 65–83, DOI: [10.1016/j.quaint.2021.04.004](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.04.004). (IF 2.2)
6. Poręba G, Tudyka K, Szymak A, Pluta J, Roczniak J, Świątkowski J, Osadnik R, Moska P, 2022, Evaluating the Effect of Hydrofluoric Acid Etching on Quartz Grains using Microscope Image Analysis, Laser Diffraction and Weight Loss Particle Size Estimate. *Geochronometria* 49 (1): 1–8. DOI: [10.2478/geochr-2022-0001](https://doi.org/10.2478/geochr-2022-0001). (IF 1.2)
7. Kolb T, Tudyka K, Kadereit A, Lomax J, Poręba G, Zander A, Zipf L and Fuchs M, 2022, The μ dose system: Determination of environmental dose rates by combined alpha and beta counting-performance tests and practical experiences. *Geochronology* 4 (1): 1–31. DOI: [10.5194/gchron-4-1-2022](https://doi.org/10.5194/gchron-4-1-2022). (IF niedostępny)
8. Tudyka K, Poręba G, Szymak A, Roczniak J, Pluta J, Schüler T, Kolb T, Murray A, 2021. Systematic error in ^{238}U decay chain radionuclides measurements due to ^{222}Rn emanation from reference materials. *Measurement* 184: 0–8, DOI: [10.1016/j.measurement.2021.109893](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109893). [H9] (IF 5,131)
9. Tudyka K, Pawełczyk F, Michczyński A, 2021. Bias arising from ^{222}Rn contamination in standardized methods for biobased content determination and a simple removal method. *Measurement* 167: 108263, DOI: [10.1016/j.measurement.2020.108263](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108263). [H5] (IF 5,131)

10. Moska P, Bluszcz A, Poręba G, Tudyka K, Adamiec G, Szymak A and Przybyła A, 2021, Luminescence Dating Procedures at the Gliwice Luminescence Dating Laboratory. *Geochronometria* 48(1): 1–15, DOI: [10.2478/geochr-2021-0001](https://doi.org/10.2478/geochr-2021-0001). (IF 1.133)
11. Tudyka K, Bluszcz A, Poręba G, Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Kolb T, Lomax J, Fuchs M, 2020. Increased dose rate precision in combined α and β counting in the μ Dose system - a probabilistic approach to data analysis. *Radiation Measurements* 106310, DOI: [10.1016/j.radmeas.2020.106310](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2020.106310). [H7] (IF 1,898)
12. Moska P, Jary Z, Sokołowski RJ, Poręba G, Raczek J, Krawczyk M, Skurzyński J, Zieliński P, Michczyński A, Tudyka K, Adamiec G, Piotrowska N, Pawełczyk F, Łopuch M, Szymak A and Ryzner K, 2020, Chronostratigraphy of Late Glacial aeolian activity in SW Poland – A case study from the Niemodlin Plateau. *Geochronometria* 47(1): 124–137, DOI: [10.2478/geochr-2020-0015](https://doi.org/10.2478/geochr-2020-0015). (IF 1,515)
13. Piotrowska N, Pazdur A, Pawełczyk S, Rakowski AZ, Sensuła B and Tudyka K, 2020, Human Activity Recorded in Carbon Isotopic Composition of Atmospheric CO₂ in Gliwice Urban Area and Surroundings (Southern Poland) in the Years 2011–2013. *Radiocarbon* 62(1): 141–156, DOI: [10.1017/RDC.2019.92](https://doi.org/10.1017/RDC.2019.92). (IF 1,504)
14. Poręba G, Tudyka K, Walencik-Łata A and Kolarczyk A, 2020, Bias in ²³⁸U decay chain members measured by γ -ray spectrometry due to ²²²Rn leakage. *Applied Radiation and Isotopes* 156: 108945, DOI: [10.1016/j.apradiso.2019.108945](https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2019.108945). (IF 1,513)
15. Pawlyta J, Tudyka K, Bluszcz A and Adamiec G, 2019, A method of testing the uniformity of planar radioactive α and β sources used in luminescence readers. *Radiation Measurements* 129: 106201, DOI: [10.1016/j.radmeas.2019.106201](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2019.106201). (IF 1,512)
16. Tudyka K, Miłosz S, Adamiec G, Bluszcz A, Poręba G, Paszkowski Ł, Kolarczyk A, 2018. μ Dose: a compact system for environmental radioactivity and dose rate measurement. *Radiation Measurements* 118: 8-13, DOI: [10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016](https://doi.org/10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016). [H6] (IF 1,435)
17. Pawełczyk F, Michczyński A, Tomkowiak J, Tudyka K and 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: 1–13, DOI: [10.19189/MaP.2018.OMB.349](https://doi.org/10.19189/MaP.2018.OMB.349). (IF 1,868)

18. Tudyka K, Miłosz S, Ustrzycka A, Barwinek S, Barwinek W, Walencik-Łata A, Adamiec G, Bluszcz A, 2017. A low level liquid scintillation spectrometer with five counting modules for ^{14}C , ^{222}Rn and delayed coincidence measurements. *Radiation Measurements* 105: 1–6, DOI: [10.1016/j.radmeas.2017.06.003](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2017.06.003). [H3] (IF 1,369)
19. Miłosz S, Tudyka K, Walencik-Lata A, Barwinek S, Bluszcz A and Adamiec G, 2017, Pulse Height, Pulse Shape, and Time Interval Analyzer for Delayed α/β Coincidence Counting. *IEEE Transactions on Nuclear Science* 64(9): 2536–2542, DOI: [10.1109/TNS.2017.2731852](https://doi.org/10.1109/TNS.2017.2731852). (IF 1,440)
20. Pawełczyk F, Chróst L, Magiera T, Michczyński A, Sikorski J, Tudyka K and Zając E, 2017, Radiocarbon and lead-210 age-depth model and trace elements concentration in the Wolbrom fen (S Poland). *Geochronometria* 44(1), DOI: [10.1515/geochr-2015-0046](https://doi.org/10.1515/geochr-2015-0046). (IF 1,119)
21. Tudyka K, Pazdur A, De Vleeschouwer F, Lityńska-Zając M, Chróst L and Fagel N, 2017, Holocene elemental, lead isotope and charcoal record from peat in southern Poland. *Mires and Peat* 19 (7): 1–18, DOI: [10.19189/MaP.2016.OMB.257](https://doi.org/10.19189/MaP.2016.OMB.257). (IF 1,326)
22. Tudyka K, Adamiec G, Bluszcz A, 2016. Simulation of He^+ induced afterpulses in PMTs. *Review of Scientific Instruments* 87(6): 063120, DOI: [10.1063/1.4954511](https://doi.org/10.1063/1.4954511). (IF 1,515) [H2]
23. Tudyka K, Bluszcz A, 2016. A study on photomultiplier afterpulses in TL/OSL readers. *Radiation Measurements* 86: 39–48, DOI: [10.1016/j.radmeas.2016.01.004](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2016.01.004). (IF 1,442) [H1]
24. Tudyka K, Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A, 2015. Low level ^{14}C measurements in freshly prepared benzene samples with simultaneous $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ pairs counting for routine ^{222}Rn contamination correction. *Radiation Measurements* 74: 6–11, DOI: [10.1016/j.radmeas.2015.01.010](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2015.01.010). (IF 1,071) [H4]
25. Tudyka K and Pawlyta J, 2014, Biocomponent determination in vinegars with the help of ^{14}C measured by liquid scintillation counting. *Food Chemistry* 145: 614–616, DOI: [10.1016/j.foodchem.2013.08.109](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.109). (IF 3,391)

okres po uzyskaniu stopnia doktora

okres przed uzyskaniem stopnia doktora

26. Tudyka K and Pazdur A, 2012, ^{14}C dating with the ICELS liquid scintillation counting system using fixed-energy balance counting window method. *Radiocarbon* 54 (2): 267–273, DOI: [10.2458/azu_js_rc.v54i2.15832](https://doi.org/10.2458/azu_js_rc.v54i2.15832). (IF 1,065)
27. Tudyka K and Bluszcz A, 2011, Very low cost multichannel analyzer with some additional features. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 659 (1): 419–421, DOI: [10.1016/j.nima.2011.09.015](https://doi.org/10.1016/j.nima.2011.09.015). (IF 1,207)
28. Tudyka K, Pawlyta J and Pazdur A, 2011, Fixed energy balance window quench correction for high precision LSC ^{14}C dating. *Radiation Measurements* 46 (10): 1176–1180, DOI: [10.1016/j.radmeas.2011.07.030](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2011.07.030). (IF 1,177)
29. Tudyka K and Pazdur A, 2010, Radiocarbon dating of peat profile with metallurgy industry evidence. *Geochronometria* 35 (1): 3–9, DOI: [10.2478/v10003-010-0007-3](https://doi.org/10.2478/v10003-010-0007-3). (IF 0,860)
30. Tudyka K, Pazdur A, Theodórsson P, Michczyński A and Pawlyta J, 2010, The Application of ICELS Systems for Radiocarbon Dating. *Radiocarbon* 52 (4): 1661–1666, DOI: [10.1017/S0033822200056393](https://doi.org/10.1017/S0033822200056393). (IF 2,703)

5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

1. Projekt i budowa systemu μDOSE do pomiarów niskiej radioaktywności w próbach stałych oraz wyznaczania mocy dawki dla datowania dozymetrycznego. Projekt wsparty pracą przeprowadzoną w projekcie Inkubator Innowacyjności +. Szczegóły systemu zostały przedstawione w pracy [H6].
2. Projekt i budowa prototypowego wielokomorowego spektrometru ciekłoscyntylacyjnego do szybkich pomiarów niskiej radioaktywności. Projekt był realizowany w ramach umowy o nr LIDER/001/404/L-4/2013 programu LIDER 4 z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Szczegóły spektrometru zostały przedstawione w pracy [H4].

6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

1. brak

7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.

Wystąpienia jako pierwszy autor:

1. Tudyka K (prezentacja ustna), Miłosz S, Kolarczyk A, Kłosok K, Gosek M, Szymak A, Piłśniak A, Moska P, Poręba G. μ DOSE+: Dose rate measurement system with active shielding boosted by machine learning. 17th International Luminescence and Electron Spin Resonance Dating conference. Copenhagen, 25-30.06.2023.
2. Tudyka K (prezentacja ustna), Miłosz S, Kolarczyk A, Bluszcz A, Adamiec G. Environmental radioactivity and dose rate measurement with the μ Dose system. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
3. Tudyka K (prezentacja ustna), Miłosz S, Kolarczyk A, Bluszcz A, Adamiec G. Environmental radioactivity and dose rate measurement with the μ Dose system. China LED 2023 - 18th China luminescence dating symposium. Kunming, 08-11.05.2023.
4. Tudyka K (prezentacja posteru). μ Rate update: Sobol sensitivity analysis for environmental dose rate determination with correlated inputs. DLED2022 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Bonn, 04-06.11.2022.
5. Tudyka K (prezentacja ustna), Miłosz S, Kolarczyk A, Adamiec G, Bluszcz A. μ Dose system - Environmental radioactivity and dose rate measurements for trapped charge dating, 14th New World Luminescence Dating Workshop. Palisade Colorado, 13-15.10.2022.
6. Tudyka K (prezentacja ustna). μ Rate update: Sobol sensitivity analysis for environmental dose rate determination with correlated inputs, UK Luminescence and Electron Spin Resonance Dating Meeting 2022. Egham, 07-09.09.2022.
7. Tudyka K (prezentacja ustna), Kłosok K, Szymak A, Adamiec G, Moska P, Miłosz S, Kolarczyk A, Piłśniak A, Poręba G. Osłona aktywna wspomagana uczeniem

- maszynowym dla pomiarów środowiskowych radioaktywności, Konferencja XIV Problems and progress in metrology. Gliwice, 06.06.2022.
8. Tudyka K (prezentacja posteru), Analiza niepewności mocy dawki promieniowania jonizującego w datowaniu dozymetrycznym, Konferencja XIV Problems and progress in metrology. Gliwice, 06.06.2022.
 9. Tudyka K (prezentacja posteru), Poręba G, Bonczyk M, Szymak A, Moska P, Kotula P, Kolarczyk A. Material for uranium decay chain content comparison. Konferencja międzynarodowa DLED2021 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Loccum, 29-31.09.2021.
 10. Tudyka K (prezentacja ustna). Problematyka pomiarów niskich radioaktywności oraz wyznaczania dawki rocznej w datowaniu dozymetrycznym. Seminarium Fizyki Jądra Atomowego, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski. Warszawa / Zdalne, 10.12.2020
 11. Tudyka K (prezentacja ustna). System μ Dose oraz pomiar dawki rocznej dla datowania dozymetrycznego. Referat na zebraniu Komisji Metrologii PAN. Katowice / Zdalne, 29.10.2020.
 12. Tudyka K (prezentacja ustna), Miłosz S, Kolarczyk A, Adamiec G, Bluszcz A, Poręba G, Moska P. Environmental radioactivity and dose rate measurement with the μ Dose system. Konferencja międzynarodowa MACH 2019 - 13th International Conference "Methods of Absolute Chronology". Tarnowskie Góry, 05-07.06.2019.
 13. Tudyka K (prezentacja ustna), Poręba G, Moska P, Pająk K, Szymak A, Bluszcz A. How ^{238}U , ^{235}U and ^{232}Th distribution in grains of sediments affects in α and β dose rates. Konferencja międzynarodowa DLED2019 - The Rhineland Edition. Bingen, 08-10.11.2019.
 14. Tudyka K (prezentacja ustna), Miłosz S, Kolarczyk A, Bluszcz A, Adamiec G, Poręba G, Moska P, 2019. Dose rate measurement of small sediment samples with the μ Dose system. UK Luminescence and ESR Meeting. Risoe, 26-28.08.2019.
 15. Tudyka K (prezentacja ustna), Bluszcz A, Poręba G, Miłosz S, Kolarczyk A, Adamiec G, Kolb T, Lomax J, Fuchs M. A new method of increasing dose rate precision with correlated uncertainties in the μ Dose system. Konferencja międzynarodowa UK Luminescence and ESR Dating Meeting. Sheffield, 11-12.09.2018.

16. Tudyka K (prezentacja ustna), Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Bluszcz A. Increased dose rate precision in combined alpha and beta counting in the μ Dose system - a probabilistic approach to data analysis. Konferencja międzynarodowa DLED 2018, German Luminescence and ESR Meeting. Beatenberg, 23-25.11.2018.
17. Tudyka K (prezentacja ustna). PMTs afterpulses. Seminarium w Scottish Universities Environment. Glasgow, 16.01.2018.
18. Tudyka K (prezentacja ustna), Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Bluszcz A. μ Dose: a compact system for dose rate measurement in ESR/OSL/TL dating. Konferencja międzynarodowa DLED 2017, German Luminescence and ESR Meeting. Bayreuth, 27-29.10.2017.
19. Tudyka K (prezentacja ustna), Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Bluszcz A. μ Dose: a compact system for dose rate measurement in ESR/OSL/TL dating. Konferencja międzynarodowa LED Cape Town 2017, 15th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating. Cape Town, 11-15.09.2017
20. Tudyka K (prezentacja posteru), Miłosz S, Bluszcz A, Adamiec G. Prototype compact system for ^{238}U , ^{235}U and ^{232}Th dose measurements in small environmental samples. Konferencja międzynarodowa 12th International Conference "Methods of Absolute Chronology". Paniówki, 11-13.07.2016.
21. Tudyka K (prezentacja ustna), Miłosz S, Ustrzycka A, Barwinek S, Barwinek W, Walencik-Łata A, Adamiec G, Bluszcz A. Prototype low level multicell liquid scintillation spectrometer for high throughput ^{14}C dating. Konferencja międzynarodowa 12th International Conference "Methods of Absolute Chronology". Paniówki, 11-13.07.2016.
22. Tudyka K (prezentacja posteru), Walencik A, Kozłowska B, Gabryś A, Bluszcz A. Measurement of α decay pairs in the environmental samples. Konferencja międzynarodowa RAD3 - Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research. Montreal, 08-12.06.2015.
23. Tudyka K (prezentacja posteru), Adamiec G, Bluszcz A, Szymak A, Poręba G. A new development in thick source alpha-counting. Konferencja międzynarodowa RAD3 - Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research. Montreal, 08-12.06.2015.

24. Tudyka K (prezentacja ustna), Bluszcz A. A study on photomultiplier afterpulses in TL/OSL readers. Konferencja międzynarodowa RAD3 - Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research. Montreal, 08-12.06.2015.
25. Tudyka K (prezentacja posteru), Bluszcz A. A study on photomultiplier afterpulse in luminescence reader. Konferencja międzynarodowa LED2014 - 14th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating, A study on photomultiplier afterpulses. Montreal, 07-11.07.2014.
26. Tudyka K (prezentacja posteru), Bluszcz A. A study on photomultiplier afterpulses in luminescence reader. Konferencja międzynarodowa 11th International Conference "Methods of Absolute Chronology". A study on photomultiplier afterpulses. Podlesice, 07-11.05.2013.
27. Tudyka K (prezentacja posteru), Pazdur A, de Vleeschouwer F, Fagel N, Chróst L, Mattielli N. Radiocarbon time scale for elemental, lead isotopic and charcoal record in a peat core in the southern Poland. Konferencja międzynarodowa 11th International Conference "Methods of Absolute Chronology". A study on photomultiplier afterpulses. Podlesice, 07-11.05.2013.
28. Tudyka K (prezentacja ustna), Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A. Rapid low level C-14 liquid scintillation measurements with a delayed coincidence monitoring of Rn-222 contamination. Konferencja międzynarodowa 11th International Conference "Methods of Absolute Chronology". A study on photomultiplier afterpulses. Podlesice, 07-11.05.2013.
29. Tudyka K (prezentacja posteru), Pazdur A. ¹⁴C dating with the ICELS liquid scintillation counting system using fixed-energy balance counting window method. Konferencja międzynarodowa 21st International Radiocarbon Conference. Paris, 09-13.07.2012.

okres po uzyskaniu stopnia doktora

okres przed uzyskaniem stopnia doktora

30. Tudyka K (prezentacja posteru), Bluszcz A. Very low cost multichannel analyser with some additional features. Konferencja międzynarodowa NUTECH 2011, International

conference on development and applications of nuclear technologies. Kraków, 11-14.09.2011.

31. Tudyka K, de Vleeschouwer F (prezentacja posteru), Pazdur A, Chróst L, Fagel N. A 14,000 yr elemental and lead isotopic record in a peat core in the south of Poland - preliminary results and interpretations. Konferencja międzynarodowa SEGH 2010 International Conference and Workshops Environmental Quality and Human Health. Galway, 27.06-02.072010.
32. Tudyka K (prezentacja ustna), Pazdur A. Radiocarbon dating of peat profile with metallurgy industry evidence. Konferencja międzynarodowa 10th International Conference "Methods of Absolute Chronology". Gliwice, 22-25.04.2010.
33. Tudyka K (prezentacja ustna), Pazdur A, Theodórsson P, Michczyński A, Pawlyta J. The Application of ICELS Systems for Radiocarbon Dating. Konferencja międzynarodowa LSC 2008, advances in liquid scintillation spectrometry. Davos, 25-30.05.2008.

Wystąpienia jako współautor:

34. Moska P (prezentacja ustna), Sokołowski RJ, Piotrowska N, Jary Z, Zieliński P, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Wojtalak A, Poręba G, Łopuch M, Skurzyński J, Krawczyk M, Tudyka K, Hrynowiecka A. OSL/¹⁴C chronology of aeolian aeolian succession in the Korzeniew site (Central Poland). Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
35. Skurzyński J (prezentacja ustna), Kenis P, Moska P, Jary Z, Sokołowski R, Mroczek P, Raczyk J, Zieliński P, Łopuch M, Krawczyk M, Szymak A Poręba G, Tudyka K. Geochemistry (ICP) and mineralogy (QEMSCAN®) of the Late Glacial - Holocene inland dunes deposited and modified in different zones of the aeolian environment (Wielkopolska-Kujawy region, Poland): Implications for sedimentary recycling and provenance. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
36. Gosek M (prezentacja posteru), Tudyka K, Poręba G. Determining natural U, Th, and K contents with correlated uncertainties using full NaI gamma spectrum analysis and

- dose rate calculation. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
37. Jędrzejowski M (prezentacja posteru), Michczyńska DJ, Michczyński A, Kłusek M, Tudyka K. Accounting for Overcounting Induced by ²²²Rn Contamination in ¹⁴C Measurements Performed with Liquid Scintillation Counting. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
38. Łopuch M (prezentacja posteru), Moska P, Sokołowski RJ, Zieliński P, Jary Z, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Tudyka K. Pattern analysis - an indirect method of dune fields dating. Comparison with the results of OSL and ¹⁴C dating for the dune fields of the Vistula Valley (Gołęb) and the Toruń Basin (Godzięba). Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
39. Pluta J (prezentacja posteru), Tudyka K, Poręba G Zhang J. Quartz and feldspar hydrofluoric acid etching for OSL dating in real time microscope photography. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
40. Roczniak J (prezentacja posteru), Zakrzewska Z, Ginter A, Tudyka K, Mroczek. Environmental and laboratory factors affecting the accuracy of luminescence dating of archaeological objects: investigating the impact of moisture on dose rate determination and OSL age of ceramic samples. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
41. Szymak A (prezentacja posteru), Moska P, Sokołowski RJ, Poręba G, Tudyka K. Dose rate variability in Żabinko dune profile. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
42. Kłosok K (prezentacja posteru), Tudyka K, Jędrzejowski M Rakowski AZ. Optimization of CO₂ reduction with Zn for AMS target preparation Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
43. Ilewicz J (prezentacja posteru), Krent M, Gosek M, Roczniak J, Poręba G, Tudyka K, Bonczyk M. Pomiar skażeń izotopami α i β promieniotwórczymi przy pomocy systemu μ DOSE. Konferencja Problems and Progress in Metrology PPM23. Gliwice, 18 - 19.05.2023.

44. Kłosok K (prezentacja posteru), Tudyka K, Jędrzejowski M, Rakowski A. Optymalizacja procesu redukcji CO₂ z wykorzystaniem cynku na potrzeby datowania metodą AMS. Konferencja Problems and Progress in Metrology PPM23. Gliwice, 18 - 19.05.2023.
45. Gosek M (prezentacja posteru), Tudyka K, Poręba G, Mucha K. Dose rate measurements with correlated U, Th and K uncertainties in full NaI gamma spectrum analysis. DLED2022 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Bonn, 04-06.11.2022.
46. Mucha K (prezentacja posteru), Poręba G, Tudyka K. Dose rate bias due to Radon-222 emanation and new results of quartz etching in selected natural samples calculated with μ Rate. DLED2022 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Bonn, 04-06.11.2022.
47. Pluta J (prezentacja posteru), Tudyka K, Poręba G, Zhang J. Selected feldspar and quartz HF etching in real time microscope photography. DLED2022 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Bonn, 04-06.11.2022.
48. Roczniak J (prezentacja posteru), Tudyka K, Poręba G, Bonczyk M, Szymak A, Moska P, Kotula P, Kolarczyk A, Pluta J, Kłosok K. Statistical tests and homogeneity limits for material with defined uranium decay chain content. DLED2022 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Bonn, 04-06.11.2022.
49. Roczniak J (prezentacja posteru), Tudyka K, Poręba G, Kolarczyk A. Study on self-absorption effect in high resolution gamma spectrometry. Konferencja międzynarodowa DLED2021 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Loccum, 29-31.09.2021.
50. Pluta J (prezentacja posteru), Tudyka K, Poręba G. Time-lapse photography of quartz HF etching. Konferencja międzynarodowa DLED2021 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Loccum, 29-31.09.2021.
51. Kotula P, Poręba G, Szymak A, Moska P, Tudyka K (prezentacja posteru). Preparation of material for uranium decay chain content comparison. Konferencja międzynarodowa DLED2021- 16th International Luminescence and Electron Spin Resonance Dating Conference. Aberystwyth / Zdalne, 13-17.08.2021.

52. Poręba G (prezentacja posteru), Frechen M, Tudyka K, Moska P, Szymak A, Adamiec G, Śnieszko Z. Holocene soil erosion on agricultural loess slope by simultaneously using the SAR OSL dating method and fallout radionuclides (^{137}Cs and $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$) - a case study. Konferencja międzynarodowa LED2021- 16th International Luminescence and Electron Spin Resonance Dating Conference. Aberystwyth / Zdalne, 13-17.08.2021.
53. Szymak A (prezentacja posteru), Moska P, Tudyka K, Kotula, P, Poręba G. Dose rate variability in Żabinko dune profile. Konferencja międzynarodowa LED2021- 16th International Luminescence and Electron Spin Resonance Dating Conference. Aberystwyth / Zdalne, 13-17.08.2021.
54. Moska P (prezentacja posteru), Sokołowski RJ, Zieliński P, Jary Z, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. OSL chronostratigraphy of the Late Pleistocene fluvio-aeolian succession in central and south-eastern Poland. Konferencja międzynarodowa LED2021- 16th International Luminescence and Electron Spin Resonance Dating Conference. Aberystwyth / Zdalne, 13-17.08.2021.
55. Moska P (prezentacja ustna), Sokołowski RJ, Jary Z, Zieliński P, Piotrowska N, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. Chronologia oscylacji klimatycznych w późnym glacie zapisana w sukcesji fluwialno-eolicznej w Polsce. XII Zjazd Geomorfologów Polskich. Gliwice / Zdalne, 14-16.10.2021.
56. Poręba G (prezentacja ustna), Frechen M, Tudyka K, Moska P, Szymak A, Adamiec G, Śnieszko Z. Holocene soil erosion on agricultural loess area with sar OSL dating, fallout radionuclides (^{137}Cs and $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$) and sedimentation traps - a multiproxy case study in south Poland. Konferencja międzynarodowa INQUA SEQS 2021 - Quaternary Stratigraphy - palaeoenvironment and humans in Eurasia. Wrocław / Zdalne, 13.12.2021.
57. Moska P (prezentacja ustna), Sokołowski R, Zieliński P, Jary Z, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. OSL chronostratigraphy of the late pleistocene fluvio-aeolian succession in central and south-eastern Poland. Konferencja międzynarodowa INQUA SEQS 2021 - Quaternary

Stratigraphy - palaeoenvironment and humans in Eurasia. Wrocław / Zdalne, 13.12.2021.

58. Sokołowski R (prezentacja ustna), Zieliński P, Moska P, Raczyk J, Jary Z, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. Pleniglacial and late glacial evolution of the extraglacial Prosna river fluvial system, central Poland. Konferencja międzynarodowa INQUA SEQS 2021 - Quaternary Stratigraphy - palaeoenvironment and humans in Eurasia. Wrocław / Zdalne, 13.12.2021.
59. Ginter A (prezentacja ustna), Moska P, Szczurek G, Poręba G, Tudyka K, Pawlyta J, Szymak A, Bluszcz A. Absolute dating intercomparison one of the biggest necropolis of Lusatian culture at Brzezie in Wielkopolska (Greater Poland). Konferencja międzynarodowa RIE III - 3rd International Radiocarbon in the Environment Conference. Gliwice / Zdalne, 05-09.07.2021.
60. Szymak A (prezentacja posteru), Moska P, Sokołowski RJ, Jary Z, Zieliński P, Raczyk J, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. Multi-proxy studies of the Late Glacial fluvio-aeolian succession in the type site Mierzyn, central Poland. Konferencja międzynarodowa RIE III - 3rd International Radiocarbon in the Environment Conference. Gliwice / Zdalne, 05-09.07.2021.
61. Moska P (prezentacja ustna), Sokołowski RJ, Jary Z, Zieliński P, Piotrowska N, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. Reinterpretation of the Late Glacial classic type localities compared to the new high resolution results from Polish part of European Sand Belt. Konferencja międzynarodowa RIE III - 3rd International Radiocarbon in the Environment Conference. Gliwice / Zdalne, 05-09.07.2021.
62. Piotrowska N (prezentacja posteru), Kłusek M, Michczyńska D, Michczyński A, Pawełczyk F, Pawełczyk S, Pawlyta J, Rakowski A, Sensuła B, Tudyka K. Status report of the Radiocarbon and Mass Spectrometry Laboratory in Gliwice, Poland. Konferencja międzynarodowa AMS-15 - 15th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry. Sydney / Zdalne, 15-19.09.2021.
63. Roczniak J (prezentacja posteru), Pluta J, Tudyka K, Poręba G, Szymak A, Schüler T, Kolb T and Murray A. ²²²Rn emanation from reference materials characterized for ²³⁸U

- decay chain radionuclides. Konferencja międzynarodowa DLED2020 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Leipzig / Zdalne, 27-29.11.2020.
64. Świątkowski J (prezentacja posteru), Moska P, Poręba G, Tudyka K, Szymak A, Pluta J, Roczniak J, Osadnik R. Hydrofluoric acid etching of quartz grains. Konferencja międzynarodowa DLED2020 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Leipzig / Zdalne, 27-29.11.2020.
65. Koruszowicz M (prezentacja posteru), Tudyka K, Osadnik R, Poręba G, Moska P, Bluszcz A, Adamiec G. Miu-rate: online dose rate calculator for trapped charge dating. Konferencja międzynarodowa DLED2020 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Leipzig / Zdalne, 27-29.11.2020.
66. Pluta J (prezentacja posteru), Roczniak J, Poręba G, Tudyka K, Szymak A, Moska P. ^{222}Rn emanation from selected environmental samples from Central and South Poland. Konferencja międzynarodowa DLED2020 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Leipzig / Zdalne, 27-29.11.2020.
67. Thomas K (prezentacja ustna), Tudyka K, Kadereit A, Lomax J, Poręba G, Zander A, Zipf L, Fuchs M. The μDose -system: determination of environmental dose rates by combined alpha and beta counting – further performance tests and practical experiences. Konferencja międzynarodowa DLED2020 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Leipzig / Zdalne, 27-29.11.2020.
68. Poręba G (prezentacja posteru), Tudyka K, Mroczek P, Moska P, Rodzik J, Raczyk J. Luminescence dating of Holocene soil erosion (Lublin Upland, E Poland): testing new approach to dose rate determination. Konferencja międzynarodowa MACH 2019 - 13th International Conference “Methods of Absolute Chronology”. Tarnowskie Góry, 05-07.06.2019.
69. Poręba G (prezentacja ustna), Tudyka K, Kolarczyk A, Szymak A. Problems with precise determination of dose rate in luminescence dating with γ spectrometry due to the ^{222}Rn leakage. Konferencja międzynarodowa MACH 2019 - 13th International Conference “Methods of Absolute Chronology”. Tarnowskie Góry, 05-07.06.2019.
70. Moska P (prezentacja ustna), Jary Z, Poręba G, Tudyka K, Raczyk J, Krawczyk M, Skurzyński J, Michczyński A, Adamiec G, Piotrowska N, Pawełczyk F, Szymak A, Ryzner K. Stratigraphic aspects of inland dune formation on Niemodlin Plateau (SW

- Poland). Konferencja międzynarodowa MACH 2019 - 13th International Conference "Methods of Absolute Chronology". Tarnowskie Góry, 05-07.06.2019.
71. Moska P (prezentacja ustna), Jary Z, Poręba G, Tudyka K, Raczyk J, Krawczyk M, Skurzyński J, Sokołowski R, Michczyński A, Adamiec G, Piotrowska N, Pawełczyk F, Szymak Agnieszka, Ryzner K. Stratygraficzne aspekty formowania się wydm śródlądowych na obszarze Wysoczyzny Niemodlińskiej. XXVI Konferencja Stratygrafia Plejstocenu Polski. Pokrzywna, 02-06.09.2019.
72. Pawlyta J (prezentacja posteru), Tudyka K, Bluszcz A, Adamiec G. A method of testing the uniformity of planar radioactive α and β sources used in luminescence readers. Konferencja międzynarodowa DLED2019 - The Rhineland Edition. Bingen, 08-10.11.2019.
73. Kolb T (prezentacja ustna), Lomax J, Tudyka K, Adamiec G, Fuchs M. Radionuclide determination using the μ Dose: handling guidelines and comparison with other methods. Konferencja międzynarodowa DLED2019 - The Rhineland Edition. Bingen, 08-10.11.2019.
74. Poręba G (prezentacja ustna), Tudyka K, Moska P, Szymak A. ^{222}Rn emanation from environmental samples and reference material. Konferencja międzynarodowa DLED2019 - The Rhineland Edition. Bingen, 08-10.11.2019.
75. Moska P, Poręba G (prezentacja posteru), Tudyka K, Jary Z, Raczyk J, Krawczyk M, Skurzyński J, Adamiec G, Szymak A, 2019. Correct determination of the dose rate as a key aspect for obtaining the correct stratigraphy for inland dune formation on Niemodlin Plateau (SW Poland). UK Luminescence and ESR Meeting. Risoe, 26-28.08.2019.
76. Poręba G (prezentacja ustna), Tudyka K, Kolarczyk A, Szymak A, 2019. On the road to improvement of precise determination of dose rate in luminescence dating with γ spectrometry due to the ^{222}Rn leakage. UK Luminescence and ESR Meeting. Risoe, 26-28.08.2019.
77. Piotrowska N (prezentacja posteru), Michczyńska D, Michczyński A, Pawełczyk F, Pawełczyk S, Pawlyta J, Pazdur A, Sensuła B, Rakowski A, Tudyka K, Ustrzycka A. 50 years of the Gliwice Radiocarbon Laboratory (AD 1967-2017). 23rd International Radiocarbon Conference, Trondheim. Trondheim, 17-22.06.2018.

78. Poręba G (prezentacja posteru), Tudyka K, Moska P, Mroczek P, Raczyk J, Rodzik J. Luminescence dating of Holocene soil erosion (Lublin Upland, E Poland): testing new approach to dose rate determination. Konferencja międzynarodowa UK Luminescence and ESR Dating Meeting. Sheffield, 11-12.09.2018.
79. Poręba G (prezentacja ustna), Walencik-Łata A, Tudyka K. Dose rate offset in γ spectrometry due to ^{222}Rn leakage. Konferencja międzynarodowa UKLUM 2018. UK Luminescence and ESR Dating Meeting. Sheffield, 11-12.09.2018.
80. Poręba G (prezentacja posteru), Tudyka K, Moska P, Mroczek P, Raczyk J, Rodzik J. Holocene soil erosion - testing new approach of dose rate determination to increase quality in luminescence dating (Kolonia Celejów, E Poland). Konferencja międzynarodowa Natural hazards. Lessons from the past and contemporary challenges. Novi Sad, 05-07.10.2018.
81. Pazdur A (prezentacja posteru), Pawełczyk S, Piotrowska N, Rakowski A, Sensuła B, Tudyka K. Human activity recorded in carbon isotopic composition of atmospheric CO_2 in Gliwice urban area and surroundings (Southern Poland) in the years 2011-2013. Konferencja międzynarodowa 2nd Radiocarbon in the Environment Conference. Debrecen, 03-07.07.2017.
82. Michczyński A (prezentacja posteru), Pawełczyk F, Chróst L, Fagel N, Magiera T, Mattielli N, Sikorski J, Tudyka K, Zając E. Changes in the sediment accumulation rate and lead and other heavy metals concentration in Wolbrom peat bog. Konferencja międzynarodowa 2nd Radiocarbon in the Environment Conference. Debrecen, 03-07.07.2017.
83. Pawełczyk F (prezentacja ustna), Chróst L, Magiera T, Michczyński A, Sikorski J, Tudyka K, Zając E. Changes in the sediment accumulation rate and lead and other heavy metals concentration in Wolbrom peat bog. Konferencja międzynarodowa 12th International Conference "Methods of Absolute Chronology". Paniówki, 11-13.07.2016.
84. Pazdur A (prezentacja posteru), Pawełczyk S, Piotrowska N, Rakowski A, Sensuła B, Tudyka K. Human activity recorded in carbon isotopic composition of atmospheric CO_2 in Gliwice urban area and surroundings (Southern Poland). Konferencja

międzynarodowa 12th International Conference "Methods of Absolute Chronology".
Paniówki, 11-13.07.2016.

85. Pazdur A (prezentacja posteru), Pawełczyk S, Piotrowska N, Rakowski A, Sensuła B, Sawicka N, Tudyka K. Monitoring of CO₂ emission on the basis of ¹⁴C and ¹³C measurements in atmosphere and biosphere in Southern Poland. Konferencja międzynarodowa 21st International Radiocarbon Conference. Paris, 09-13.07.2012
86. Pazdur A (prezentacja posteru), Hensel Z, Chróst L, Tudyka K. Radiocarbon dating and calendar time scales of lead and silver metallurgy industry recorded in the peat profiles from the Upper Silesia. Konferencja międzynarodowa 21st International Radiocarbon Conference. Paris, 09-13.07.2012.
87. Pazdur A (prezentacja posteru), Pawlyta J, Piotrowska N, Sensuła B, Tudyka K. Radiocarbon for fuels, packaging and food quality control. Konferencja międzynarodowa 21st International Radiocarbon Conference. Paris, 09-13.07.2012.

okres po uzyskaniu stopnia doktora

okres przed uzyskaniem stopnia doktora

88. Pazdur A, Piotrowska N, Tudyka K (prezentacja posteru). Radiocarbon for nuclear energy. Konferencja międzynarodowa NUTECH 2011, International conference on development and applications of nuclear technologies. Kraków, 11-14.09.2011.
89. Pączek U (prezentacja posteru), Tudyka K, Bałdys P, Pazdur A. Isotopic signature of short term climate oscillations in the sediments of the Gulf of Gdansk (Southern Baltic Sea, Poland). Konferencja międzynarodowa 210 EGU European Geosciences Union General Assembly. Gliwice, 22-25.04.2010.

8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.

1. Członek komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji Radiocarbon in the Environment III, 05-09.07.2021

9. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.

1. Wykonawca w pracy przedwdrożeniowej “Rozwiązania do modułowego systemu do grafityzacji próbek dla potrzeb pomiaru zawartości ^{14}C ” realizowanej w ramach projektu Inkubator Innowacyjności 4.0. Projekt Inkubator Innowacyjności 4.0 realizowany w ramach projektu pozakonkursowego pn. „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach” w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4). Praca uzyskała finansowanie w wysokości ok. 80 000,00 zł. Nr umowy z MEiN: MNiSW/2020/327/DIR, nr wewnętrzny pracy: PŚ-09.
2. Wykonawca w pracy przedwdrożeniowej “Specjalistyczny pojemnik do pomiarów izotopów szeregu promieniotwórczego ^{238}U przy pomocy spektrometrii HPGe promieniowania gamma” realizowanej w ramach projektu Inkubator Innowacyjności 2.0. Projekt Inkubator Innowacyjności 2.0 realizowany w ramach projektu pozakonkursowego pn. „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach” w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4). Praca uzyskała finansowanie w wysokości ok. 80 000,00 zł. Nr umowy z MEiN: MNiSW/2019/171/DIR, nr wewnętrzny pracy: RJO4/2019/II2.0-08.
3. Kierownik w pracy przedwdrożeniowej “ μDOSE ” realizowanej w ramach projektu Inkubator Innowacyjności +. Projekt Inkubator Innowacyjności + był współfinansowany ze środków finansowych na naukę w ramach projektu pozakonkursowego „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacja wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach”, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4). Praca realizowana uzyskała finansowanie w wysokości ok. 80 000,00 zł. Nr umowy z MEiN: MNiSW/2017/DIR/34/II+, nr wewnętrzny pracy: 08/RJO5/17/18.

4. Kierownik w projekcie Multicell - "Projekt i budowa prototypowego wielokomorowego spektrometru scyntylicyjnego do szybkich pomiarów niskich radioaktywności". Projekt realizowany w latach 2013-2016 i finansowany w wysokości 368 180,00 zł przez NCBiR w ramach programu LIDER 4. Nr umowy LIDER/001/404/L-4/2013.
5. Wykonawca w projekcie LUMDOZ - "Modułowy system luminescencyjny dla ochrony przed promieniowaniem i dozimetrii retrospektywnej". Projekt realizowany w latach 2012-2016 i finansowany w wysokości 3 417 114,00 zł przez NCBiR w ramach programu I Program Badań Stosowanych. Nr umowy PBS1/A9/4/2012.

10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.

1. Członek Komisji Metrologii przy Oddziale PAN w Katowicach od 2023.

11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.

1. W latach 2010-2012 gościłem kilkakrotnie (łącznie 3 miesiące) na Université de Liège (Belgia) na wydziale Géochimie et Environnement sédimentaires, gdzie zajmowałem się separacją ołowiu do pomiarów izotopów ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb na spektrometrze Nu Plasma ICP-MS oraz interpretacją tych danych w połączeniu z datowaniem izotopem ^{14}C . Badania prowadzone w Université de Liège były finansowane na podstawie umowy bilateralnej.
2. W styczniu 2018 przebywałem w Scottish Universities Environment Research Centre (Wielka Brytania), gdzie prowadzone były prace dotyczące układu detekcji oraz mechanizmu, który prowadzi do powstawania impulsów wtórnych podczas rejestracji sygnału za pomocą fotopowielaczy. Podczas pobytu wygłosiłem prezentację pod tytułem "PMTs afterpulses". Mój pobyt możliwy był dzięki dofinansowaniu przyznanemu na podstawie umowy pomiędzy The Royal Society of Edinburgh i Polską Akademię Nauk.

3. W styczniu 2023 przebywałem w Uniwersytecie w Salzburgu (Austria), gdzie zajmowałem się modelowaniem nierównowagi promieniotwórczej szeregu ^{238}U oraz jej wpływem na moc dawki promieniowania jonizującego w datowaniu dozymetrycznym. Ten pobyt był możliwy dzięki grantowi habilitacyjnemu udzielonemu przez rektora Politechniki Śląskiej.

12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).

- brak

13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.

1. [Atmospheric Pollution Research](#) - 1 recenzja
2. [Environmental Earth Sciences](#) - 11 recenzji
3. [Geochronometria](#) - 11 recenzji
4. [Journal of Soils and Sediments](#) - 1 recenzja
5. [Measurement](#) - 5 recenzji
6. [Nuclear Science and Techniques](#) - 2 recenzje
7. [Radiation Physics and Chemistry](#) - 2 recenzje
8. [Radiation Measurements](#) - 2 recenzje

14. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.

- brak

15. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone

w pkt. II.9.

- brak

16. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.

- brak

III. INFORMACJA O WSPÓŁPRACY Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

1. Wykaz dorobku technologicznego.

Jestem głównym pomysłodawcą oraz projektantem systemu μ DOSE do wykrywania naturalnych izotopów radioaktywnych α i β . System jest specjalnie zaprojektowany do datowania dozymetrycznego naturalnych złóż geologicznych i artefaktów archeologicznych. Na Międzynarodowych Targach Wynalazków i Innowacji INTARG® 2020 system μ DOSE zdobył złoty medal oraz otrzymał nagrodę od Prezydenta Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej.

2. Współpraca z sektorem gospodarczym

Od 2018 pełnię funkcję prezesa zarządu miDose Solutions Sp. z o.o. Ten spin-off został powołany w celu komercjalizacji innowacyjnych i opatentowanych rozwiązań z zakresu metrologii środowiskowych radioaktywności.

3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych.

1. Tudyka K, Kolarczyk A, Roczniak J, Poręba G. Układ do wyznaczania korekty na samopochłanianie w spektrometrii promieniowania γ i X. UPRP Patent nr 243321.
2. Tudyka K Kolarczyk A, Miłosz S, Piłśniak A, Moska P, Poręba G, 2022. Sposób aktywnej redukcji tła detektora scyntylicyjnego i separacji impulsów w pomiarach niskich radioaktywności. UPRP Patent nr 242191.
3. Tudyka K, Pawełczyk F, Michczyński A, 2021. Sposób usuwania ^{222}Rn z benzenu dla pomiarów niskich radioaktywności izotopu węgla ^{14}C techniką ciekłoscyntylicyjną, zwłaszcza do określania zawartości biokomponentów w paliwach, plastikach i smarach. UPRP Patent nr 240040.
4. Tudyka K, Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Bluszcz A, 2016. Sposób pomiaru sukcesywnych par rozpadów $^{212}\text{Bi}/^{212}\text{Po}$ i $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ oraz ^{40}K w stałych materiałach promieniotwórczych, zwłaszcza w osadach geologicznych i ceramice. UPRP Patent nr 231607.
5. Adamiec G, Tudyka K, 2016. Detektor scyntylicyjny do pomiaru radioaktywności α materiałów w postaci grubych źródeł. UPRP Patent nr 222910.
6. Tudyka K, Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A, 2012. Sposób pomiaru radioaktywności ^{14}C z eliminacją składowej zliczeń pochodzącej z produktów sukcesywnego rozpadu ^{222}Rn za pomocą spektrometrii ciekłoscyntylicyjnej. UPRP Patent nr 222910.
7. Tudyka K, Bluszcz A, 2012. Sposób redukcji tła fotopowielacza. UPRP Patent nr 222909.
8. Pawlyta J, Tudyka K, 2012. Sposób otrzymywania CO_2 do produkcji ciekłego scyntylicatora do pomiarów radioaktywności izotopu węgla ^{14}C w ciekłych palnych związkach organicznych a zwłaszcza w paliwach oraz smarach. UPRP Patent nr 214976

okres po uzyskaniu stopnia doktora

okres przed uzyskaniem stopnia doktora

9. Tudyka K, 2010. Sposób przyrządzania koktajlu ciekłoscyntylacyjnego do pomiarów niskich radioaktywności izotopu węgla ^{14}C . UPRP Patent nr 219401.

4. Wykaz wdrożonych technologii.

1. Patent UPRP nr 231607 wdrożony w systemie μDOSE , na podstawie umowy licencyjnej nr CITT/LIC/2018/09 pomiędzy Politechniką Śląską a miDose Solutions Sp. z o.o.
2. Patent UPRP nr 230544 wdrożony w systemie μDOSE , na podstawie umowy licencyjnej nr CITT/LIC/2018/10 pomiędzy Politechniką Śląską a miDose Solutions Sp. z o.o.
3. Zgłoszenie patentowe nr P-428705 wdrożone w linii γBEAKER , na podstawie umowy licencyjnej nr CITT/LIC/2019/11 pomiędzy Politechniką Śląską a miDose Solutions Sp. z o.o.
4. Zgłoszenie patentowe nr P-439077 wdrożone w linii γBEAKER , na podstawie umowy licencyjnej nr CITT/LIC/2021/06 pomiędzy Politechniką Śląską a miDose Solutions Sp. z o.o.

5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.

1. Udział w zespole badającym odporność na uderzenie energią 50 J kompletnego modułu drążka zmiany biegów dla SL Corporation. Zadanie obejmowało stworzenie elektroniki, oprogramowania oraz udział w badaniach.

6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych.

- brak

7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.

- brak

IV. DANE NAUKOMETRYCZNE

1. Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny).

Sumaryczny Impact Factor wynosi: 69,025 (Web of Science).

Wskaźnik Impact Factor dla poszczególnych czasopism i lat został podany w wykazie opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (II.4).

2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań.

Całkowita liczba cytowań: 161 (Web of Science), 181 (Scopus), 219 (Google Scholar).

Całkowita liczba cytowań bez autocytowań: 103 (Web of Science), 117 (Scopus).

3. Informacja o posiadanym indeksie Hirscha.

Indeks Hirscha: 8 (Web of Science), 9 (Scopus), 10 (Google Scholar).

Informacje zawarte w pkt. IV powinny wskazywać również na bazę danych, na podstawie której zostały podane.

Przy wyborze tej bazy należy zwracać uwagę na specyfikę dziedziny i dyscypliny naukowej, w której kandydat ubiega się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Rada Doskonałości Naukowej informuje, że podawanie danych naukometrycznych – w opinii Rady Doskonałości Naukowej – jest wskazane i zalecane, wynika to także ze stosowanej powszechnie praktyki przez samych kandydatów ubiegających się o awans naukowy. Należy jednak podkreślić, że podane we wnioskach o wszczęcie postępowania awansowego dane naukometryczne nie mogą stanowić kryterium oceny dorobku naukowego Kandydata dla podmiotów doktoryzujących, habilitujących oraz samej Rady Doskonałości Naukowej, organów prowadzących postępowania w sprawie nadania stopnia lub tytułu. Zadaniem tych

organów jest przede wszystkim ocena ekspercka dorobku naukowego Kandydata ubiegającego się o awans naukowy, zaś decyzja o nadaniu stopnia lub tytułu nie powinna być uzależniona od podania tych danych.

.....

(podpis wnioskodawcy)

**List of scientific or artistic achievements which present a major
contribution to the development of a specific discipline**

Information contained herein should clearly refer to two different periods, i.e. the period prior to the award of the PhD degree and the period between the conferment of the PhD degree and the award of the post-doctoral degree of doctor habilitated

**I. INFORMATION ON SCIENTIFIC OR ARTISTIC ACHIEVEMENTS SET OUT IN
ART. 219 PARA 1. POINT 2 OF THE ACT**

1. *Scientific monograph, pursuant to art. 219 para 1. point 2a of the Act; or*

- none

2. *Cycle of scientific articles related thematically, pursuant to art. 219 para 1. point 2b of the Act; or*

H1 Tudyka K, Bluszcz A, 2016. A study on photomultiplier afterpulses in TL/OSL readers. *Radiation Measurements* 86: 39–48, DOI: [10.1016/j.radmeas.2016.01.004](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2016.01.004).

H2 Tudyka K, Adamiec G, Bluszcz A, 2016. Simulation of He⁺ induced afterpulses in PMTs. *Review of Scientific Instruments* 87 (6): 063120, DOI: [10.1063/1.4954511](https://doi.org/10.1063/1.4954511).

H3 Tudyka K, Miłosz S, Ustrzycka A, Barwinek S, Barwinek W, Walencik-Łata A, Adamiec G, Bluszcz A, 2017. A low level liquid scintillation spectrometer with five counting modules for ¹⁴C, ²²²Rn and delayed coincidence measurements. *Radiation Measurements* 105: 1–6, DOI: [10.1016/j.radmeas.2017.06.003](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2017.06.003).

H4 Tudyka K, Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A, 2015. Low level ¹⁴C measurements in freshly prepared benzene samples with simultaneous ²¹⁴Bi/²¹⁴Po pairs counting for routine ²²²Rn contamination correction. *Radiation Measurements* 74: 6–11, DOI: [10.1016/j.radmeas.2015.01.010](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2015.01.010).

H5 Tudyka K, Pawełczyk F, Michczyński A, 2021. Bias arising from ^{222}Rn contamination in standardized methods for biobased content determination and a simple removal method. *Measurement* 167: 108263, DOI: [10.1016/j.measurement.2020.108263](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108263).

H6 Tudyka K, Miłosz S, Adamiec G, Bluszcz A, Poręba G, Paszkowski Ł, Kolarczyk A, 2018. μDose : a compact system for environmental radioactivity and dose rate measurement. *Radiation Measurements* 118: 8-13, DOI: [10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016](https://doi.org/10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016).

H7 Tudyka K, Bluszcz A, Poręba G, Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Kolb T, Lomax J, Fuchs M, 2020. Increased dose rate precision in combined α and β counting in the μDose system - a probabilistic approach to data analysis. *Radiation Measurements* 134: 106310, DOI: [10.1016/j.radmeas.2020.106310](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2020.106310).

H8 Tudyka K, Koruszowicz M, Osadnik R, Adamiec G, Moska P, Szymak A, Bluszcz A, Zhang J, Kolb T, Poręba G, 2023. μRate : an online dose rate calculator for trapped charge dating. *Archaeometry* 65 (2): 423-443, DOI: [10.1111/arcm.12828](https://doi.org/10.1111/arcm.12828).

H9 Tudyka K, Poręba G, Szymak A, Roczniak J, Pluta J, Schüler T, Kolb T, Murray A, 2021. Systematic error in ^{238}U decay chain radionuclides measurements due to ^{222}Rn emanation from reference materials. *Measurement* 184: 109893, DOI: [10.1016/j.measurement.2021.109893](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109893).

3. List of completed original project, engineering and design, technological or artistic

achievements, pursuant to art. 219 para 1. point 2c of the Act.

- none

In the case of co-authored works, it is recommended that the applicant and his/her collaborators present a declaration of their substantive (expressed NOT as a percentage) contribution to every work [e.g. author of a research hypothesis, research initiator, performed specific research (e.g. performed specific experiments, designed and compiled questionnaires

etc.), performed result analysis, prepared a manuscript of an article and other]. The author's contribution, including the applicant's contribution, should be described in detail so as to make it possible to precisely assess his/her contribution and role in the creation of each of the works.

II. INFORMATION ON SCIENTIFIC OR ARTISTIC ACTIVITY

1. *List of published scientific monographs (including the monographs not mentioned in section I.1).*

- none

2. *List of published chapters in scientific monographs.*

- none

3. Information about membership in editorial boards preparing scientific monographs for publication.

- none

4. *List of articles published in scientific journals (including the articles not mentioned in section I.2).*

1. Tudyka K, Koruszowicz M, Osadnik R, Adamiec G, Moska P, Szymak A, Bluszcz A, Zhang J, Kolb T, Poręba G, 2023. μ Rate: an online dose rate calculator for trapped charge dating. *Archaeometry* 64 (2): 423-44, DOI: [10.1111/arcm.12828](https://doi.org/10.1111/arcm.12828). (IF 1.6¹) [**H8**]
2. Moska P, Sokołowski RJ, Zieliński P, Jary Z, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K, 2023. An Impact of Short-Term Climate Oscillations in the Late Pleniglacial and Late Glacial Interstadial on Sedimentary Processes and the Pedogenic Record in Central Poland. *Annals of the American Association of Geographers* 113 (1): 1-12, DOI: [10.1080/24694452.2022.2094325](https://doi.org/10.1080/24694452.2022.2094325). (IF 3.9¹)
3. Sokołowski RJ, Moska P, Zieliński P, Jary Z, Piotrowska N, Raczek J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K, 2022. Reinterpretation of fluvial-aeolian sediments from last glacial termination classic type

¹ Dla publikacji z roku 2023 wskazano IF z roku 2022

- localities using high-resolution radiocarbon data from the Polish part of the European Sand Belt. *Radiocarbon* 64 (6): 1387-1402, DOI: [10.1017/RDC.2022.37](https://doi.org/10.1017/RDC.2022.37). (IF 8.3)
4. Ginter A, Moska P, Poręba G, Tudyka K, Szymak A, Szczurek G, 2022. Absolute Dates of Artifacts From Lusatian Urnfield Cemetery at Brzezcie, Greater Poland. *Radiocarbon*, 64 (6): 1471–1482, DOI: [10.1017/RDC.2022.70](https://doi.org/10.1017/RDC.2022.70). (IF 8.3)
 5. Moska P, Sokołowski RJ, Jary Z, Zieliński P, Raczyk J, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K, 2022. Stratigraphy of the Late Glacial and Holocene aeolian series in different sedimentary zones related to the Last Glacial maximum in Poland. *Quaternary International* 630: 65–83, DOI: [10.1016/j.quaint.2021.04.004](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.04.004). (IF 2.2)
 6. Poręba G, Tudyka K, Szymak A, Pluta J, Roczniak J, Świątkowski J, Osadnik R, Moska P, 2022, Evaluating the Effect of Hydrofluoric Acid Etching on Quartz Grains using Microscope Image Analysis, Laser Diffraction and Weight Loss Particle Size Estimate. *Geochronometria* 49 (1): 1–8, DOI: [10.2478/geochr-2022-0001](https://doi.org/10.2478/geochr-2022-0001). (IF 1.2)
 7. Kolb T, Tudyka K, Kadereit A, Lomax J, Poręba G, Zander A, Zipf L and Fuchs M, 2022, The μ dose system: Determination of environmental dose rates by combined alpha and beta counting-performance tests and practical experiences. *Geochronology* 4 (1): 1–31, DOI: [10.5194/gchron-4-1-2022](https://doi.org/10.5194/gchron-4-1-2022). (IF N/A)
 8. Tudyka K, Poręba G, Szymak A, Roczniak J, Pluta J, Schüler T, Kolb T, Murray A, 2021. Systematic error in ^{238}U decay chain radionuclides measurements due to ^{222}Rn emanation from reference materials. *Measurement* 184: 0–8, DOI: [10.1016/j.measurement.2021.109893](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109893). [H9] (IF 5.131)
 9. Tudyka K, Pawełczyk F, Michczyński A, 2021. Bias arising from ^{222}Rn contamination in standardized methods for biobased content determination and a simple removal method. *Measurement* 167: 108263, DOI: [10.1016/j.measurement.2020.108263](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108263). [H5] (IF 5.131)
 10. Moska P, Bluszcz A, Poręba G, Tudyka K, Adamiec G, Szymak A and Przybyła A, 2021, Luminescence Dating Procedures at the Gliwice Luminescence Dating Laboratory. *Geochronometria* 48(1): 1–15, DOI: [10.2478/geochr-2021-0001](https://doi.org/10.2478/geochr-2021-0001). (IF 1.133)
 11. Tudyka K, Bluszcz A, Poręba G, Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Kolb T, Lomax J, Fuchs M, 2020. Increased dose rate precision in combined α and β counting in the

- μ Dose system - a probabilistic approach to data analysis. *Radiation Measurements* 106310, DOI: [10.1016/j.radmeas.2020.106310](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2020.106310). [H7] (IF 1.898)
12. Moska P, Jary Z, Sokołowski RJ, Poręba G, Raczyk J, Krawczyk M, Skurzyński J, Zieliński P, Michczyński A, Tudyka K, Adamiec G, Piotrowska N, Pawełczyk F, Łopuch M, Szymak A, Ryzner K, 2020, Chronostratigraphy of Late Glacial aeolian activity in SW Poland – A case study from the Niemodlin Plateau. *Geochronometria* 47(1): 124–137, DOI: [10.2478/geochr-2020-0015](https://doi.org/10.2478/geochr-2020-0015). (IF 1.515)
 13. Piotrowska N, Pazdur A, Pawełczyk S, Rakowski AZ, Sensuła B and Tudyka K, 2020, Human Activity Recorded in Carbon Isotopic Composition of Atmospheric CO₂ in Gliwice Urban Area and Surroundings (Southern Poland) in the Years 2011–2013. *Radiocarbon* 62 (1): 141–156, DOI: [10.1017/RDC.2019.92](https://doi.org/10.1017/RDC.2019.92). (IF 1.504)
 14. Poręba G, Tudyka K, Walencik-Łata A and Kolarczyk A, 2020, Bias in ²³⁸U decay chain members measured by γ -ray spectrometry due to ²²²Rn leakage. *Applied Radiation and Isotopes* 156: 108945, DOI: [10.1016/j.apradiso.2019.108945](https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2019.108945). (IF 1.513)
 15. Pawlyta J, Tudyka K, Bluszcz A and Adamiec G, 2019, A method of testing the uniformity of planar radioactive α and β sources used in luminescence readers. *Radiation Measurements* 129: 106201, DOI: [10.1016/j.radmeas.2019.106201](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2019.106201). (IF 1,512)
 16. Tudyka K, Miłosz S, Adamiec G, Bluszcz A, Poręba G, Paszkowski Ł, Kolarczyk A, 2018. μ Dose: a compact system for environmental radioactivity and dose rate measurement. *Radiation Measurements* 118: 8-13, DOI: [10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016](https://doi.org/10.1016/J.RADMEAS.2018.07.016). [H6] (IF 1.435)
 17. Pawełczyk F, Michczyński A, Tomkowiak J, Tudyka K and 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: 1–13, DOI: [10.19189/MaP.2018.OMB.349](https://doi.org/10.19189/MaP.2018.OMB.349). (IF 1.868)
 18. Tudyka K, Miłosz S, Ustrzycka A, Barwinek S, Barwinek W, Walencik-Łata A, Adamiec G, Bluszcz A, 2017. A low level liquid scintillation spectrometer with five counting modules for ¹⁴C, ²²²Rn and delayed coincidence measurements. *Radiation Measurements* 105: 1–6, DOI: [10.1016/j.radmeas.2017.06.003](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2017.06.003). [H3] (IF 1.369)

19. Miłosz S, Tudyka K, Walencik-Lata A, Barwinek S, Bluszcz A and Adamiec G, 2017, Pulse Height, Pulse Shape, and Time Interval Analyzer for Delayed α/β Coincidence Counting. *IEEE Transactions on Nuclear Science* 64 (9): 2536–2542, DOI: [10.1109/TNS.2017.2731852](https://doi.org/10.1109/TNS.2017.2731852). (IF 1.440)
20. Pawełczyk F, Chróst L, Magiera T, Michczyński A, Sikorski J, Tudyka K and Zając E, 2017, Radiocarbon and lead-210 age-depth model and trace elements concentration in the Wolbrom fen (S Poland). *Geochronometria* 44 (1), DOI: [10.1515/geochr-2015-0046](https://doi.org/10.1515/geochr-2015-0046). (IF 1.119)
21. Tudyka K, Pazdur A, De Vleeschouwer F, Lityńska-Zając M, Chróst L and Fagel N, 2017, Holocene elemental, lead isotope and charcoal record from peat in southern Poland. *Mires and Peat* 19 (7): 1–18, DOI: [10.19189/MaP.2016.OMB.257](https://doi.org/10.19189/MaP.2016.OMB.257). (IF 1.326)
22. Tudyka K, Adamiec G, Bluszcz A, 2016. Simulation of He^+ induced afterpulses in PMTs. *Review of Scientific Instruments* 87 (6): 063120, DOI: [10.1063/1.4954511](https://doi.org/10.1063/1.4954511). (IF 1,515) [H2]
23. Tudyka K, Bluszcz A, 2016. A study on photomultiplier afterpulses in TL/OSL readers. *Radiation Measurements* 86: 39–48, DOI: [10.1016/j.radmeas.2016.01.004](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2016.01.004). (IF 1.442) [H1]
24. Tudyka K, Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A, 2015. Low level ^{14}C measurements in freshly prepared benzene samples with simultaneous $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ pairs counting for routine ^{222}Rn contamination correction. *Radiation Measurements* 74: 6–11, DOI: [10.1016/j.radmeas.2015.01.010](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2015.01.010). (IF 1.071) [H4]
25. Tudyka K and Pawlyta J, 2014, Biocomponent determination in vinegars with the help of ^{14}C measured by liquid scintillation counting. *Food Chemistry* 145: 614–616, DOI: [10.1016/j.foodchem.2013.08.109](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.109). (IF 3.391)

period after obtaining a doctoral degree

period before obtaining a doctoral degree

26. Tudyka K and Pazdur A, 2012, ^{14}C dating with the ICELS liquid scintillation counting system using fixed-energy balance counting window method. *Radiocarbon* 54(2): 267–273, DOI: [10.2458/azu_js_rc.v54i2.15832](https://doi.org/10.2458/azu_js_rc.v54i2.15832). (IF 1.065)
27. Tudyka K and Bluszcz A, 2011, Very low cost multichannel analyzer with some additional features. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A:*

- Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 659 (1): 419–421, DOI: [10.1016/j.nima.2011.09.015](https://doi.org/10.1016/j.nima.2011.09.015). (IF 1.207)
28. Tudyka K, Pawlyta J and Pazdur A, 2011, Fixed energy balance window quench correction for high precision LSC ¹⁴C dating. *Radiation Measurements* 46 (10): 1176–1180, DOI: [10.1016/j.radmeas.2011.07.030](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2011.07.030). (IF 1.177)
29. Tudyka K and Pazdur A, 2010, Radiocarbon dating of peat profile with metallurgy industry evidence. *Geochronometria* 35 (1): 3–9, DOI: [10.2478/v10003-010-0007-3](https://doi.org/10.2478/v10003-010-0007-3). (IF 0.860)
30. Tudyka K, Pazdur A, Theodórsson P, Michczyński A and Pawlyta J, 2010, The Application of ICELS Systems for Radiocarbon Dating. *Radiocarbon* 52 (4): 1661–1666, DOI: [10.1017/S0033822200056393](https://doi.org/10.1017/S0033822200056393). (IF 2.703)

5. *List of project, engineering and design as well as technological achievements (including the achievements not mentioned in section I.3)*

1. The design and construction of a μ DOSE system for the measurement of low radioactivity in solid samples and the determination of dose rate for dosimetric dating. The project was supported by the work carried out in the Innovation Incubator + project. The details of the system were presented in paper [H6].
2. The design and construction of a prototype multi-chamber liquid scintillation spectrometer for rapid measurements of low radioactivity. The project was carried out under contract number LIDER/001/404/L-4/2013 of the LIDER 4 program with the National Centre for Research and Development. The details of the spectrometer were presented in paper [H4].

6. *List of project, engineering and design as well as technological achievements (including the achievements not mentioned in section I.3).*

- none

7. Information on presentations given at national or international scientific or arts conferences, including a list of lectures delivered upon invitation and plenary lectures.

Presentations given as the first author:

1. Tudyka K (oral presentation), Miłosz S, Kolarczyk A, Kłosok K, Gosek M, Szymak A, Piłśniak A, Moska P, Poręba G. μ DOSE+: Dose rate measurement system with active shielding boosted by machine learning. 17th International Luminescence and Electron Spin Resonance Dating conference. Copenhagen, 25-30.06.2023.
2. Tudyka K (oral presentation), Miłosz S, Kolarczyk A, Bluszcz A, Adamiec G. Environmental radioactivity and dose rate measurement with the μ Dose system. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
3. Tudyka K (oral presentation), Miłosz S, Kolarczyk A, Bluszcz A, Adamiec G. Environmental radioactivity and dose rate measurement with the μ Dose system. China LED 2023 - 18th China luminescence dating symposium. Kunming, 08-11.05.2023.
4. Tudyka K (poster presentation). μ Rate update: Sobol sensitivity analysis for environmental dose rate determination with correlated inputs. DLED2022 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Bonn, 04-06.11.2022.
5. Tudyka K (oral presentation), Miłosz S, Kolarczyk A, Adamiec G, Bluszcz A. μ Dose system - Environmental radioactivity and dose rate measurements for trapped charge dating, 14th New World Luminescence Dating Workshop. Palisade Colorado, 13-15.10.2022
6. Tudyka K (oral presentation). μ Rate update: Sobol sensitivity analysis for environmental dose rate determination with correlated inputs, UK Luminescence and Electron Spin Resonance Dating Meeting 2022. Egham, 07-09.09.2022
7. Tudyka K (oral presentation), Kłosok K, Szymak A, Adamiec G, Moska P, Miłosz S, Kolarczyk A, Piłśniak A, Poręba G. Active shielding assisted by machine learning for environmental radioactivity measurements, XIV Conference on Problems and Progress in Metrology (in Pl. Osłona aktywna wspomagana uczeniem maszynowym dla pomiarów środowiskowych radioaktywności, Konferencja XIV Problems and Progress in metrology). Gliwice, 06.06.2022

8. Tudyka K (poster presentation), Analysis of the uncertainty of ionizing radiation dose rate in dosimetric dating, XIV Conference on Problems and Progress in Metrology (in Pl. Analiza niepewności mocy dawki promieniowania jonizującego w datowaniu dozymetrycznym, Konferencja XIV Problems and Progress in metrology). Gliwice, 06.06.2022
9. Tudyka K (poster presentation), Poręba G, Bonczyk M, Szymak A, Moska P, Kotula P, Kolarczyk A. Material for uranium decay chain content comparison. International Conference DLED2021 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Loccum, 29-31.09.2021.
10. Tudyka K (oral presentation). Issues with measurements of low radioactivity and determining the annual dose in dosimetric dating. Seminar on Nuclear Physics, Faculty of Physics, University of Warsaw (in Pl. Problematyka pomiarów niskich radioaktywności oraz wyznaczania dawki rocznej w datowaniu dozymetrycznym. Seminarium Fizyki Jądra Atomowego, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski). Warszawa / on-line, 10.12.2020
11. Tudyka K (oral presentation). The μ Dose system and the measurement of the annual dose for dosimetric dating. Presentation at the meeting of the Metrology Committee of the Polish Academy of Sciences (in Pl. System μ Dose oraz pomiar dawki rocznej dla datowania dozymetrycznego. Referat na zebraniu Komisji Metrologii PAN). Katowice / on-line, 29.10.2020.
12. Tudyka K (oral presentation), Miłosz S, Kolarczyk A, Adamiec G, Bluszcz A, Poręba G, Moska P. Environmental radioactivity and dose rate measurement with the μ Dose system. International Conference MACH 2019 - 13th International Conference "Methods of Absolute Chronology". Tarnowskie Góry, 05-07.06.2019.
13. Tudyka K (oral presentation), Poręba G, Moska P, Pająk K, Szymak A, Bluszcz A. How ^{238}U , ^{235}U and ^{232}Th distribution in grains of sediments affects in α and β dose rates. International Conference DLED2019 - The Rhineland Edition. Bingen, 08-10.11.2019.
14. Tudyka K (oral presentation), Miłosz S, Kolarczyk A, Bluszcz A, Adamiec G, Poręba G, Moska P, 2019. Dose rate measurement of small sediment samples with the μ Dose system. UK Luminescence and ESR Meeting. Risoe, 26-28.08.2019.

15. Tudyka K (oral presentation), Bluszcz A, Poręba G, Miłosz S, Kolarczyk A, Adamiec G, Kolb T, Lomax J, Fuchs M. A new method of increasing dose rate precision with correlated uncertainties in the μ Dose system. International Conference UK Luminescence and ESR Dating Meeting. Sheffield, 11-12.09.2018.
16. Tudyka K (oral presentation), Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Bluszcz A. Increased dose rate precision in combined alpha and beta counting in the μ Dose system - a probabilistic approach to data analysis. International Conference DLED 2018, German Luminescence and ESR Meeting. Beatenberg, 23-25.11.2018.
17. Tudyka K (oral presentation). PMTs afterpulses. Seminarium w Scottish Universities Environment. Glasgow, 16.01.2018.
18. Tudyka K (oral presentation), Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Bluszcz A. μ Dose: a compact system for dose rate measurement in ESR/OSL/TL dating. International Conference DLED 2017, German Luminescence and ESR Meeting. Bayreuth, 27-29.10.2017.
19. Tudyka K (oral presentation), Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Bluszcz A. μ Dose: a compact system for dose rate measurement in ESR/OSL/TL dating. International Conference LED Cape Town 2017, 15th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating. Cape Town, 11-15.09.2017
20. Tudyka K (poster presentation), Miłosz S, Bluszcz A, Adamiec G. Prototype compact system for ^{238}U , ^{235}U and ^{232}Th dose measurements in small environmental samples. International Conference 12th International Conference "Methods of Absolute Chronology". Paniówki, 11-13.07.2016.
21. Tudyka K (oral presentation), Miłosz S, Ustrzycka A, Barwinek S, Barwinek W, Walencik-Łata A, Adamiec G, Bluszcz A. Prototype low level multicell liquid scintillation spectrometer for high throughput ^{14}C dating. International Conference 12th International Conference "Methods of Absolute Chronology". Paniówki, 11-13.07.2016.
22. Tudyka K (poster presentation), Walencik A, Kozłowska B, Gabryś A, Bluszcz A. Measurement of α decay pairs in the environmental samples. International Conference RAD3 - Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research. Montreal, 08-12.06.2015.

23. Tudyka K (poster presentation), Adamiec G, Bluszcz A, Szymak A, Poręba G. A new development in thick source alpha-counting. International Conference RAD3 - Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research. Montreal, 08-12.06.2015.
24. Tudyka K (oral presentation), Bluszcz A. A study on photomultiplier afterpulses in TL/OSL readers. International Conference RAD3 - Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research. Montreal, 08-12.06.2015.
25. Tudyka K (poster presentation), Bluszcz A. A study on photomultiplier afterpulse in luminescence reader. International Conference LED2014 - 14th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating, A study on photomultiplier afterpulses. Montreal, 07-11.07.2014.
26. Tudyka K (poster presentation), Bluszcz A. A study on photomultiplier afterpulses in luminescence reader. International Conference 11th International Conference "Methods of Absolute Chronology". A study on photomultiplier afterpulses. Podlesice, 07-11.05.2013.
27. Tudyka K (poster presentation), Pazdur A, de Vleeschouwer F, Fagel N, Chróst L, Mattielli N. Radiocarbon time scale for elemental, lead isotopic and charcoal record in a peat core in the southern Poland. International Conference 11th International Conference "Methods of Absolute Chronology". A study on photomultiplier afterpulses. Podlesice, 07-11.05.2013
28. Tudyka K (oral presentation), Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A. Rapid low level C-14 liquid scintillation measurements with a delayed coincidence monitoring of Rn-222 contamination. International Conference 11th International Conference "Methods of Absolute Chronology". A study on photomultiplier afterpulses. Podlesice, 07-11.05.2013.
29. Tudyka K (poster presentation), Pazdur A. ¹⁴C dating with the ICELS liquid scintillation counting system using fixed-energy balance counting window method. International Conference 21st International Radiocarbon Conference. Paris, 09-13.07.2012.

period after obtaining a doctoral degree

period before obtaining a doctoral degree

30. Tudyka K (poster presentation), Bluszcz A. Very low cost multichannel analyser with some additional features. International Conference NUTECH 2011, International conference on development and applications of nuclear technologies. Kraków, 11-14.09.2011.
31. Tudyka K, de Vleeschouwer F (poster presentation), Pazdur A, Chróst L, Fagel N. A 14,000 yr elemental and lead isotopic record in a peat core in the south of Poland - preliminary results and interpretations. International Conference SEGH 2010 International Conference and Workshops Environmental Quality and Human Health. Galway, 27.06-02.072010.
32. Tudyka K (oral presentation), Pazdur A. Radiocarbon dating of peat profile with metallurgy industry evidence. International Conference 10th International Conference "Methods of Absolute Chronology". Gliwice, 22-25.04.2010.
33. Tudyka K (oral presentation), Pazdur A, Theodórsson P, Michczyński A, Pawlyta J. The Application of ICELS Systems for Radiocarbon Dating. International Conference LSC 2008, advances in liquid scintillation spectrometry. Davos, 25-30.05.2008.

Presentations given as cop-author:

34. Moska P (oral presentation), Sokołowski RJ, Piotrowska N, Jary Z, Zieliński P, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Wojtalak A, Poręba G, Łopuch M, Skurzyński J, Krawczyk M, Tudyka K, Hrynowiecka A. OSL/14C chronology of aeolian succession in the Korzeniew site (Central Poland). Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
35. Skurzyński J (oral presentation), Kenis P, Moska P, Jary Z, Sokołowski R, Mroczek P, Raczyk J, Zieliński P, Łopuch M, Krawczyk M, Szymak A, Poręba G, Tudyka K. Geochemistry (ICP) and mineralogy (QEMSCAN®) of the Late Glacial - Holocene inland dunes deposited and modified in different zones of the aeolian environment (Wielkopolska-Kujawy region, Poland): Implications for sedimentary recycling and provenance. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
36. Gosek M (poster presentation), Tudyka K, Poręba G. Determining natural U, Th, and K contents with correlated uncertainties using full NaI gamma spectrum analysis and dose

- rate calculation. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
37. Jędrzejowski M (poster presentation), Michczyńska DJ, Michczyński A, Kłusek M, Tudyka K. Accounting for Overcounting Induced by ²²²Rn Contamination in ¹⁴C Measurements Performed with Liquid Scintillation Counting. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
38. Łopuch M (poster presentation), Moska P, Sokołowski RJ, Zieliński P, Jary Z, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Tudyka K. Pattern analysis - an indirect method of dune fields dating. Comparison with the results of OSL and ¹⁴C dating for the dune fields of the Vistula Valley (Gołęb) and the Toruń Basin (Godzięba). Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
39. Pluta J (poster presentation), Tudyka K, Poręba G Zhang J. Quartz and feldspar hydrofluoric acid etching for OSL dating in real time microscope photography. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
40. Roczniak J (poster presentation), Zakrzewska Z, Ginter A, Tudyka K, Mroczek. Environmental and laboratory factors affecting the accuracy of luminescence dating of archaeological objects: investigating the impact of moisture on dose rate determination and OSL age of ceramic samples. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
41. Szymak A (poster presentation), Moska P, Sokołowski RJ, Poręba G, Tudyka K. Dose rate variability in Żabinko dune profile. Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
42. Kłosok K (poster presentation), Tudyka K, Jędrzejowski M Rakowski AZ. Optimization of CO₂ reduction with Zn for AMS target preparation Methods of Absolute Chronology - 14th International Conference. Gliwice, 17-19.05.2023.
43. Ilewicz J (poster presentation), Krent M, Gosek M, Roczniak J, Poręba G, Tudyka K, Bonczyk M. Measurement of contamination with α and β radioactive isotopes using the μ DOSE system. PPM23 Conference on Problems and Progress in Metrology (in Pl.

- Pomiar skażeń izotopami α i β promieniotwórczymi przy pomocy systemu μ DOSE. Konferencja Problems and Progress in Metrology PPM23). Gliwice, 18 - 19.05.2023.
44. Kłosok K (poster presentation), Tudyka K, Jędrzejowski M, Rakowski A. Optimization of the CO₂ reduction process using zinc for AMS dating. PPM23 Conference on Problems and Progress in Metrology. (in Pl. Optymalizacja procesu redukcji CO₂ z wykorzystaniem cynku na potrzeby datowania metodą AMS. Konferencja Problems and Progress in Metrology PPM23). Gliwice, 18 - 19.05.2023.
 45. Gosek M (poster presentation), Tudyka K, Poręba G, Mucha K. Dose rate measurements with correlated U, Th and K uncertainties in full NaI gamma spectrum analysis. DLED2022 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Bonn, 04-06.11.2022.
 46. Mucha K (poster presentation), Poręba G, Tudyka K. Dose rate bias due to Radon-222 emanation and new results of quartz etching in selected natural samples calculated with μ Rate. DLED2022 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Bonn, 04-06.11.2022.
 47. Pluta J (poster presentation), Tudyka K, Poręba G, Zhang J. Selected feldspar and quartz HF etching in real time microscope photography. DLED2022 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Bonn, 04-06.11.2022.
 48. Roczniak J (poster presentation), Tudyka K, Poręba G, Bonczyk M, Szymak A, Moska P, Kotula P, Kolarczyk A, Pluta J, Kłosok K. Statistical tests and homogeneity limits for material with defined uranium decay chain content. DLED2022 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Bonn, 04-06.11.2022.
 49. Roczniak J (poster presentation), Tudyka K, Poręba G, Kolarczyk A. Study on self-absorption effect in high resolution gamma spectrometry. International Conference DLED2021 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Loccum, 29-31.09.2021.
 50. Pluta J (poster presentation), Tudyka K, Poręba G. Time-lapse photography of quartz HF etching. International Conference DLED2021 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Loccum, 29-31.09.2021.
 51. Kotula P, Poręba G, Szymak A, Moska P, Tudyka K (poster presentation). Preparation of material for uranium decay chain content comparison. International Conference

- LED2021- 16th International Luminescence and Electron Spin Resonance Dating Conference. Aberystwyth / on-line, 13-17.08.2021.
52. Poręba G (poster presentation), Frechen M, Tudyka K, Moska P, Szymak A, Adamiec G, Śnieszko Z. Holocene soil erosion on agricultural loess slope by simultaneously using the SAR OSL dating method and fallout radionuclides (^{137}Cs and $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$) - a case study. International Conference LED2021- 16th International Luminescence and Electron Spin Resonance Dating Conference. Aberystwyth / on-line, 13-17.08.2021.
53. Szymak A (poster presentation), Moska P, Tudyka K, Kotula, P, Poręba G. Dose rate variability in Żabinko dune profile. International Conference LED2021- 16th International Luminescence and Electron Spin Resonance Dating Conference. Aberystwyth / on-line, 13-17.08.2021.
54. Moska P (poster presentation), Sokołowski RJ, Zieliński P, Jary Z, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. OSL chronostratigraphy of the Late Pleistocene fluvio-aeolian succession in central and south-eastern Poland. International Conference LED2021- 16th International Luminescence and Electron Spin Resonance Dating Conference. Aberystwyth / on-line, 13-17.08.2021.
55. Moska P (oral presentation), Sokołowski RJ, Jary Z, Zieliński P, Piotrowska N, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. Chronology of climate oscillations in the late glacial period recorded in the fluvial-aeolian succession in Poland. XII Congress of Polish Geomorphologists (in Pl. Chronologia oscylacji klimatycznych w późnym glacie zapisana w sukcesji fluwialno-eolicznej w Polsce. XII Zjazd Geomorfologów Polskich). Gliwice / on-line, 14-16.10.2021.
56. Poręba G (oral presentation), Frechen M, Tudyka K, Moska P, Szymak A, Adamiec G, Śnieszko Z. Holocene soil erosion on agricultural loess area with sar OSL dating, fallout radionuclides (^{137}Cs and $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$) and sedimentation traps - a multiproxy case study in south Poland. International Conference INQUA SEQS 2021 - Quaternary Stratigraphy - palaeoenvironment and humans in Eurasia. Wrocław / on-line, 13.12.2021.

57. Moska P (oral presentation), Sokołowski R, Zieliński P, Jary Z, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. OSL chronostratigraphy of the late pleistocene fluvio-aeolian succession in central and south-eastern Poland. International Conference INQUA SEQS 2021 - Quaternary Stratigraphy - palaeoenvironment and humans in Eurasia. Wrocław / on-line, 13.12.2021.
58. Sokołowski R (oral presentation), Zieliński P, Moska P, Raczyk J, Jary Z, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. Pleniglacial and late glacial evolution of the extraglacial Prosna river fluvial system, central Poland. International Conference INQUA SEQS 2021 - Quaternary Stratigraphy - palaeoenvironment and humans in Eurasia. Wrocław / on-line, 13.12.2021.
59. Ginter A (oral presentation), Moska P, Szczurek G, Poręba G, Tudyka K, Pawlyta J, Szymak A, Bluszcz A. Absolute dating intercomparison one of the biggest necropolis of Lusatian culture at Brzezie in Wielkopolska (Greater Poland). International Conference RIE III - 3rd International Radiocarbon in the Environment Conference. Gliwice / on-line, 05-09.07.2021.
60. Szymak A (poster presentation), Moska P, Sokołowski RJ, Jary Z, Zieliński P, Raczyk J, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. Multi-proxy studies of the Late Glacial fluvio-aeolian succession in the type site Mierzyn, central Poland. International Conference RIE III - 3rd International Radiocarbon in the Environment Conference. Gliwice / on-line, 05-09.07.2021.
61. Moska P (oral presentation), Sokołowski RJ, Jary Z, Zieliński P, Piotrowska N, Raczyk J, Mroczek P, Szymak A, Krawczyk M, Skurzyński J, Poręba G, Łopuch M, Tudyka K. Reinterpretation of the Late Glacial classic type localities compared to the new high resolution results from Polish part of European Sand Belt. International Conference RIE III - 3rd International Radiocarbon in the Environment Conference. Gliwice / on-line, 05-09.07.2021.
62. Piotrowska N (poster presentation), Kłusek M, Michczyńska D, Michczyński A, Pawełczyk F, Pawełczyk S, Pawlyta J, Rakowski A, Sensuła B, Tudyka K. Status report of the Radiocarbon and Mass Spectrometry Laboratory in Gliwice, Poland.

- International Conference AMS-15 - 15th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry. Sydney / on-line, 15-19.09.2021.
63. Rocznik J (poster presentation), Pluta J, Tudyka K, Poręba G, Szymak A, Schüler T, Kolb T and Murray A. ²²²Rn emanation from reference materials characterized for ²³⁸U decay chain radionuclides. International Conference DLED2020 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Leipzig / on-line, 27-29.11.2020.
64. Świątkowski J (poster presentation), Moska P, Poręba G, Tudyka K, Szymak A, Pluta J, Rocznik J, Osadnik R. Hydrofluoric acid etching of quartz grains. International Conference DLED2020 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Leipzig / on-line, 27-29.11.2020.
65. Koruszowic M (poster presentation), Tudyka K, Osadnik R, Poręba G, Moska P, Bluszcz A, Adamiec G. Miu-rate: online dose rate calculator for trapped charge dating. International Conference DLED2020 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Leipzig / on-line, 27-29.11.2020.
66. Pluta J (poster presentation), Rocznik J, Poręba G, Tudyka K, Szymak A, Moska P. ²²²Rn emanation from selected environmental samples from Central and South Poland. International Conference DLED2020 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Leipzig / on-line, 27-29.11.2020.
67. Thomas K (oral presentation), Tudyka K, Kadereit A, Lomax J, Poręba G, Zander A, Zipf L, Fuchs M. The μ Dose-system: determination of environmental dose rates by combined alpha and beta counting – further performance tests and practical experiences. International Conference DLED2020 - German Luminescence and ESR Dating Meeting. Leipzig / on-line, 27-29.11.2020.
68. Poręba G (poster presentation), Tudyka K, Mroczek P, Moska P, Rodzik J, Raczyk J. Luminescence dating of Holocene soil erosion (Lublin Upland, E Poland): testing new approach to dose rate determination. International Conference MACH 2019 - 13th International Conference “Methods of Absolute Chronology”. Tarnowskie Góry, 05-07.06.2019.
69. Poręba G (oral presentation), Tudyka K, Kolarczyk A, Szymak A. Problems with precise determination of dose rate in luminescence dating with γ spectrometry due to

- the ^{222}Rn leakage. International Conference MACH 2019 - 13th International Conference “Methods of Absolute Chronology”. Tarnowskie Góry, 05-07.06.2019.
70. Moska P (oral presentation), Jary Z, Poręba G, Tudyka K, Raczyk J, Krawczyk M, Skurzyński J, Michczyński A, Adamiec G, Piotrowska N, Pawełczyk F, Szymak A, Ryzner K. Stratigraphic aspects of inland dune formation on Niemodlin Plateau (SW Poland). International Conference MACH 2019 - 13th International Conference “Methods of Absolute Chronology”. Tarnowskie Góry, 05-07.06.2019.
71. Moska P (oral presentation), Jary Z, Poręba G, Tudyka K, Raczyk J, Krawczyk M, Skurzyński J, Sokołowski R, Michczyński A, Adamiec G, Piotrowska N, Pawełczyk F, Szymak Agnieszka, Ryzner K. Stratigraphic aspects of the formation of inland dunes in the Niemodlin Upland area. XXVI Conference on the Stratigraphy of the Polish Pleistocene (in Pl. Stratygraficzne aspekty formowania się wydm śródlądowych na obszarze Wysoczyzny Niemodlińskiej. XXVI Konferencja Stratygrafia Plejstocenu Polski). Pokrzywna, 02-06.09.2019.
72. Pawlyta J (poster presentation), Tudyka K, Bluszcz A, Adamiec G. A method of testing the uniformity of planar radioactive α and β sources used in luminescence readers. International Conference DLED2019 - The Rhineland Edition. Bingen, 08-10.11.2019.
73. Kolb T (oral presentation), Lomax J, Tudyka K, Adamiec G, Fuchs M. Radionuclide determination using the μDose : handling guidelines and comparison with other methods. International Conference DLED2019 - The Rhineland Edition. Bingen, 08-10.11.2019.
74. Poręba G (oral presentation), Tudyka K, Moska P, Szymak A. ^{222}Rn emanation from environmental samples and reference material. International Conference DLED2019 - The Rhineland Edition. Bingen, 08-10.11.2019.
75. Moska P, Poręba G (poster presentation), Tudyka K, Jary Z, Raczyk J, Krawczyk M, Skurzyński J, Adamiec G, Szymak A, 2019. Correct determination of the dose rate as a key aspect for obtaining the correct stratigraphy for inland dune formation on Niemodlin Plateau (SW Poland). UK Luminescence and ESR Meeting. Risoe, 26-28.08.2019.
76. Poręba G (oral presentation), Tudyka K, Kolarczyk A, Szymak A, 2019. On the road to improvement of precise determination of dose rate in luminescence dating with γ

- spectrometry due to the ^{222}Rn leakage. UK Luminescence and ESR Meeting. Risoe, 26-28.08.2019.
77. Piotrowska N (poster presentation), Michczyńska D, Michczyński A, Pawełczyk F, Pawełczyk S, Pawlyta J, Pazdur A, Sensuła B, Rakowski A, Tudyka K, Ustrzycka A. 50 years of the Gliwice Radiocarbon Laboratory (AD 1967-2017). 23rd International Radiocarbon Conference, Trondheim, 17-22.06.2018.
78. Poręba G (poster presentation), Tudyka K, Moska P, Mroczek P, Raczyk J, Rodzik J. Luminescence dating of Holocene soil erosion (Lublin Upland, E Poland): testing new approach to dose rate determination. International Conference UK Luminescence and ESR Dating Meeting. Sheffield, 11-12.09.2018.
79. Poręba G (oral presentation), Walencik-Łata A, Tudyka K. Dose rate offset in γ spectrometry due to ^{222}Rn leakage. International Conference UKLUM 2018. UK Luminescence and ESR Dating Meeting. Sheffield, 11-12.09.2018.
80. Poręba G (poster presentation), Tudyka K, Moska P, Mroczek P, Raczyk J, Rodzik J. Holocene soil erosion - testing new approach of dose rate determination to increase quality in luminescence dating (Kolonja Celejów, E Poland). International Conference Natural hazards. Lessons from the past and contemporary challenges. Novi Sad, 05-07.10.2018.
81. Pazdur A (poster presentation), Pawełczyk S, Piotrowska N, Rakowski A, Sensuła B, Tudyka K. Human activity recorded in carbon isotopic composition of atmospheric CO₂ in Gliwice urban area and surroundings (Southern Poland) in the years 2011-2013. International Conference 2nd Radiocarbon in the Environment Conference. Debrecen, 03-07.07.2017.
82. Michczyński A (poster presentation), Pawełczyk F, Chróst L, Fagel N, Magiera T, Mattielli N, Sikorski J, Tudyka K, Zając E. Changes in the sediment accumulation rate and lead and other heavy metals concentration in Wolbrom peat bog. International Conference 2nd Radiocarbon in the Environment Conference. Debrecen, 03-07.07.2017.
83. Pawełczyk F (oral presentation), Chróst L, Magiera T, Michczyński A, Sikorski J, Tudyka K, Zając E. Changes in the sediment accumulation rate and lead and other heavy metals concentration in Wolbrom peat bog. International Conference 12th

International Conference "Methods of Absolute Chronology". Paniówki, 11-13.07.2016.

84. Pazdur A (poster presentation), Pawełczyk S, Piotrowska N, Rakowski A, Sensuła B, Tudyka K. Human activity recorded in carbon isotopic composition of atmospheric CO₂ in Gliwice urban area and surroundings (Southern Poland). International Conference 12th International Conference "Methods of Absolute Chronology". Paniówki, 11-13.07.2016.
85. Pazdur A (poster presentation), Pawełczyk S, Piotrowska N, Rakowski A, Sensuła B, Sawicka N, Tudyka K. Monitoring of CO₂ emission on the basis of ¹⁴C and ¹³C measurements in atmosphere and biosphere in Southern Poland. International Conference 21st International Radiocarbon Conference. Paris, 09-13.07.2012
86. Pazdur A (poster presentation), Hensel Z, Chróst L, Tudyka K. Radiocarbon dating and calendar time scales of lead and silver metallurgy industry recorded in the peat profiles from the Upper Silesia. International Conference 21st International Radiocarbon Conference. Paris, 09-13.07.2012.
87. Pazdur A (poster presentation), Pawlyta J, Piotrowska N, Sensuła B, Tudyka K. Radiocarbon for fuels, packaging and food quality control. International Conference 21st International Radiocarbon Conference. Paris, 09-13.07.2012.

period after obtaining a doctoral degree

period before obtaining a doctoral degree

88. Pazdur A, Piotrowska N, Tudyka K (poster presentation). Radiocarbon for nuclear energy. International Conference NUTECH 2011, International conference on development and applications of nuclear technologies. Kraków, 11-14.09.2011.
89. Pączek U (poster presentation), Tudyka K, Bałdys P, Pazdur A. Isotopic signature of short term climate oscillations in the sediments of the Gulf of Gdansk (Southern Baltic Sea, Poland). International Conference 210 EGU European Geosciences Union General Assembly. Gliwice, 22-25.04.2010.

8. Information on participation in organizational and scientific committees at national or international conferences, including the applicant's function.

1. Member of the organizing committee of an international conference Radiocarbon in the Environment III, 05-09.07.2021

9. Information on participation in the works of research teams realizing projects financed through national and international competitions, including the projects which have been completed and projects in progress, and information on the function performed in the team.

1. The contractor in the pre-implementation work " μ Graphiline - modular system for sample graphitization for ^{14}C content measurement purposes" carried out within the framework of the Innovation Incubator 4.0 project. The Innovation Incubator 4.0 project is implemented under the non-competition project titled "Support for research management and commercialization of R&D results in scientific units and enterprises" under the Operational Program Intelligent Development 2014-2020 (Action 4.4). The work received funding in the amount of approx. 80,000.00 PLN. Contract number with MEiN: MNiSW/2020/327/DIR, internal work number: PŚ-09.
2. The contractor in the pre-implementation work carried out as part of the Innovation Incubator 2.0 project. Innovation Incubator 2.0 project is implemented as part of a non-competition project entitled "Support for management of scientific research and commercialization of R&D results in scientific units and enterprises" under the Operational Program Intelligent Development 2014-2020 (Action 4.4). The work received funding in the amount of approx. 80,000.00 PLN. Contract number with MEiN: MNiSW/2019/171/DIR, internal work number: RJO4/2019/II2.0-08.
3. Principal investigator in the pre-implementation work of μ DOSE carried out as part of the Innovation Incubator + project. The Innovation Incubator + project was co-financed

with funds for science as part of a non-competition project entitled "Support for management of scientific research and commercialization of R&D results in scientific units and enterprises," implemented under the Operational Program Intelligent Development 2014-2020 (Action 4.4). The work carried out received funding in the amount of approx. 80,000.00 PLN. Contract number with MEiN: MNISW/2017/DIR/34/II+, internal work number: 08/RJO5/17/18.

4. Principal investigator in the Multicell project - "Project and construction of a prototype multi-chamber scintillation spectrometer for fast measurements of low radioactivity." The project was implemented in the years 2013-2016 and financed in the amount of 368,180.00 PLN by the National Centre for Research and Development (NCBiR) under the LIDER 4 program. Contract number LIDER/001/404/L-4/2013.
5. The contractor in the LUMDOZ project - "Modular luminescence system for radiation protection and retrospective dosimetry." The project was implemented in the years 2012-2016 and financed in the amount of 3,417,114.00 PLN by the National Centre for Research and Development (NCBiR) under the Applied Research Program I. Contract number PBS1/A9/4/2012.

10. Membership in international or national organizations and scientific societies, including the functions performed by the applicant.

- Member of the Metrology Committee at the Polish Academy of Sciences branch in Katowice from 2023.

11. Information on internships completed in scientific or artistic institutions, also abroad, including the place, time and duration of the internship and its character.

1. In the years 2010-2012, I visited the Université de Liège (Belgium) several times (a total of 3 months) at the Géochimie et Environnement sédimentaires department, where I was involved in separating lead for ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb measurements on the Nu Plasma ICP-MS spectrometer and interpreting this data in combination with ^{14}C isotope

dating. The research at Université de Liège was financed on the basis of a bilateral agreement.

2. In January 2018, I was at the Scottish Universities Environment Research Centre (UK), where work was carried out on the detection system and mechanism leading to the formation of secondary pulses during signal registration using photomultipliers. During my stay, I gave a presentation titled "PMTs afterpulses". My stay was possible due to funding awarded on the basis of an agreement between The Royal Society of Edinburgh and the Polish Academy of Sciences.
3. In January 2023, I was at the University of Salzburg (Austria) where I was involved in modeling the radioactive decay series of ^{238}U and its impact on the ionizing radiation dose rate power in dosimetric dating. This stay was made possible through a habilitation grant from the Rector of the Silesian University of Technology.

12. Membership in editorial committees and scientific boards of journals, including the functions performed by the applicant (e.g. editor-in-chief, chairman of scientific board etc.).

- none

13. Information on scientific or artistic works reviewed, in particular those published in international journals.

1. [Atmospheric Pollution Research](#) - 1 review
2. [Environmental Earth Sciences](#) - 11 reviews
3. [Geochronometria](#) - 11 reviews
4. [Journal of Soils and Sediments](#) - 1 review
5. [Measurement](#) - 5 reviews
6. [Nuclear Science and Techniques](#) - 2 reviews
7. [Radiation Physics and Chemistry](#) - 2 reviews
8. [Radiation Measurements](#) - 2 reviews

14. *Information on participation in European or other international programmes.*

- none

15. *Information on participation in research teams realizing projects other than those defined in section II.9.*

- none

16. *Information on membership in the teams assessing applications for financing of research projects, applications for scientific awards, applications in other competitions of scientific or didactic character.*

- none

III. INFORMATION ON COOPERATION WITH SOCIAL AND ECONOMIC ENVIRONMENT

1. *List of technological works.*

Main designer of μ DOSE system for detecting natural α and β radioactive isotopes. It is specifically designed for the dosimetric dating of natural geological deposits and archaeological artifacts. At the INTARG® 2020 International Invention and Innovation Fair, the μ DOSE system won a gold medal and received an award from the President of the Polish Patent Office.

2. *Information on cooperation with economic sector.*

Since 2018, I have been the CEO of miDose Solutions Sp. z o.o. This spin-off was established to commercialize innovative and patented solutions in the field of environmental radioactivity metrology.

3. *Obtaining the right of industrial property, including the national or international patents granted.*

1. Tudyka K, Kolarczyk A, Rocznik J, Poręba G. Container for measuring radioisotopes of radioactive series ^{238}U using γ i X-ray spectrometry. UPRP Patent no. 243321.
2. Tudyka K Kolarczyk A, Miłosz S, Piłśniak A, Moska P, Poręba G, 2022. Method for active background reduction in a scintillation detector and pulse separation in low radioactivity measurements. UPRP Patent no. 242191.
3. Tudyka K, Pawełczyk F, Michczyński A, 2021. Method for removing ^{222}Rn from benzene for measurements of low radioactivity of the carbon-14 isotope using liquid scintillation technique, especially for determining the content of biocomponents in fuels, plastics, and lubricants (in Pl. Sposób usuwania ^{222}Rn z benzenu dla pomiarów niskich radioaktywności izotopu węgla ^{14}C techniką ciekłoscyntylacyjną, zwłaszcza do określania zawartości biokomponentów w paliwach, plastikach i smarach). UPRP Patent no. 240040.
4. Tudyka K, Miłosz S, Adamiec G, Kolarczyk A, Bluszcz A, 2016. Method for measuring successive decay pairs of $^{212}\text{Bi}/^{212}\text{Po}$ and $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ as well as ^{40}K in solid radioactive materials, especially in geological sediments and ceramics (in Pl. Sposób pomiaru sukcesywnych par rozpadów $^{212}\text{Bi}/^{212}\text{Po}$ i $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$ oraz ^{40}K w stałych materiałach promieniotwórczych, zwłaszcza w osadach geologicznych i ceramice). UPRP Patent no. 231607.
5. Adamiec G, Tudyka K, 2016. Scintillation detector for measuring the α radioactivity of materials in the form of thick sources (in Pl. Detektor scyntylacyjny do pomiaru radioaktywności α materiałów w postaci grubych źródeł). UPRP Patent no. 222910.
6. Tudyka K, Bluszcz A, Kozłowska B, Pawlyta J, Michczyński A, 2012. Method for measuring the radioactivity of ^{14}C with the elimination of the count component originating from the successive decay products of ^{222}Rn using liquid scintillation spectrometry (in Pl. Sposób pomiaru radioaktywności ^{14}C z eliminacją składowej zliczeń pochodzącej z produktów sukcesywnego rozpadu ^{222}Rn za pomocą spektrometrii ciekłoscyntylacyjnej). UPRP Patent no. 222910.

7. Tudyka K, Bluszcz A, 2012. Method for reducing the background noise of the photomultiplier (in Pl. Sposób redukcji tła fotopowielacza). UPRP Patent no. 222909.
8. Pawlyta J, Tudyka K, 2012. Method for obtaining CO₂ for the production of a liquid scintillator for measuring the radioactivity of the ¹⁴C isotope in liquid flammable organic compounds, especially in fuels and lubricants (in Pl. Sposób otrzymywania CO₂ do produkcji ciekłego scyntylatora do pomiarów radioaktywności izotopu węgla ¹⁴C w ciekłych palnych związkach organicznych a zwłaszcza w paliwach oraz smarach). UPRP Patent no. 214976

period after obtaining a doctoral degree

period before obtaining a doctoral degree

9. Tudyka K, 2010. Method for preparing a liquid scintillation cocktail for measuring low radioactivity of the ¹⁴C isotope (in Pl. Sposób przyrządzania koktajlu ciekłoscyntylacyjnego do pomiarów niskich radioaktywności izotopu węgla ¹⁴C) UPRP Patent nr 219401.

4. Information on implemented technologies.

1. Patent UPRP No. 231607 implemented in the μDOSE system, based on the licensing agreement No. CITT/LIC/2018/09 between Silesian University of Technology and miDose Solutions Ltd.
2. Patent UPRP No. 230544 implemented in the μDOSE system, based on the licensing agreement No. CITT/LIC/2018/10 between Silesian University of Technology and miDose Solutions Ltd.
3. Patent application No. P-428705 implemented in the γBEAKER line, based on the licensing agreement No. CITT/LIC/2019/11 between Silesian University of Technology and miDose Solutions Ltd.
4. Patent application No. P-439077 implemented in the γBEAKER line, based on the licensing agreement No. CITT/LIC/2021/06 between Silesian University of Technology and miDose Solutions Ltd.

5. *Information on expert opinions or other studies carried out on behalf of public institutions or entrepreneurs.*

1. Participation in a team researching the resistance to impact of a 50 J energy on a complete gear shift lever module for SL Corporation. The task involved creating electronics, software, and participating in testing.

6. *Information on participation in expert and competition teams.*

- none

7. *Information on artistic projects realized in non-artistic environment.*

- none

IV. SCIENTOMETRIC INFORMATION

1. *Information on the Impact Factor (in the fields and disciplines in which this parameter is commonly used as a scientometric index).*

Total Impact Factor is: 69.025 (Web of Science).

The Impact Factor for individual journals and years is provided in the list of published articles in scientific journals (II.4).

2. . *Information on the number of citations of the applicant's publications, including a separate list of self-citations.*

Total number of citations: 161 (Web of Science), 181 (Scopus), 219 (Google Scholar).

Total number of citations excluding self-citations: 103 (Web of Science), 117 (Scopus).

3. Information on h-index held.

h-index: 8 (Web of Science), 9 (Scopus), 10 (Google Scholar).

Information included in section IV should also indicate the database, which was the source of information. When selecting this database specific character of the scientific field and discipline in which the candidate applies for the conferment of the post-doctoral degree of doctor habilitated should be considered as an important factor.

The Council of Scientific Excellence informs that in its opinion it is recommended to provide the scientometric data; it is also a widespread practice applied by the applicants seeking academic promotion. It should be stressed, however, that scientometric data included in the applications for the commencement of promotion procedures cannot serve as a criterion for evaluation of the Candidate's scientific work for the entities awarding the PhD and post-doctoral degrees and for the Council of Scientific Excellence itself, or for the bodies running procedures for the award of a degree or title. The primary goal of these entities is expert evaluation of the scientific work of the Candidate seeking academic promotion. The decision on the conferment of the degree or title should not depend on the fact that such data is included.

.....

(Applicant's signature)