



**UNIwersYTET  
MIKOŁAJA KOPERNIKA  
W TORUNIU**

Collegium Medicum  
im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy

## **AUTOREFERAT**

**PRZEDSTAWIAJĄCY OPIS OSIĄGNIĘĆ I DOROBKU NAUKOWO-BADAWCZEGO  
KANDYDATA DO STOPNIA DOKTORA HABILITOWANEGO  
W DZIEDZINIE NAUK MEDYCZNYCH I NAUK O ZDROWIU**

**dr n. med. Janusz Winięcki**

**Katedra Onkologii i Brachyterapii  
Wydział Lekarski  
Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy  
Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu**

***Nowoczesne metody dozymetryczne w radioterapii***

**Bydgoszcz 2026**



## Spis treści

1. Dane personalne i krótki opis osiągnięć naukowych	3
2. Dyplomy i stopnie naukowe	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	4
4. Omówienie osiągnięć naukowo – badawczych	5
5. Wskazanie osiągnięcia naukowego	6
6. Omówienie celu naukowego	8
7. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową	14
8. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę	15
9. Zainteresowania naukowe i kierunki dalszych badań naukowych	18
10. Spis literatury	21
11. Inne ważne informacje dotyczące kariery zawodowej	25
12. Podsumowanie	26



## 1. Dane personalne

Imię i nazwisko: **Janusz Michał Winiecki**  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9330-1547>

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

- **doktor nauk medycznych, uzyskany 6 marca 2013r.**

Miejsce: Centrum Onkologii – Instytut im. M. Skłodowskiej-Curie, Oddział w Gliwicach, (obecnie Narodowy Instytut Onkologii (NIO), Oddział w Gliwicach)

promotor: prof. dr hab. Krzysztof Ślosarek

recenzenci: dr hab. Anna Michnik, prof. Uniwersytetu Śląskiego  
prof. dr hab. Rafał Tarnawski, NIO

tytuł rozprawy: ***Graficzna weryfikacja radioterapii IMRT na podstawie współczynnika gamma***

*Rozprawa otrzymała wyróżnienie Rady Naukowej Centrum Onkologii - Instytutu.*

- **magister fizyki, uzyskany 31 października 2003r.**

miejsce: Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu (UMK), Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej

kierunek: fizyka  
specjalność: fizyka medyczna  
promotor: dr Krzysztof Przegiętka

tytuł rozprawy: ***Weryfikacja czasu napromieniania w teleradioterapii***

- **licencjat fizyki, uzyskany 3 września 2001r.**

miejsce: Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu (UMK), Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej

kierunek: fizyka  
specjalność: fizyka medyczna i zastosowania komputerów  
promotor: prof. dr hab. Andrzej Kowalczyk

tytuł rozprawy: ***Optymalizacja wiązki w tomografii optycznej***

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

#### a) zatrudnienie podstawowe:

- **od września 2001r. - zatrudniony w Centrum Onkologii im. prof. Franciszka Łukaszczyka w Bydgoszcy (CO)**

- ◆ 2001 - 2008 – młodszy asystent fizyk medyczny
- ◆ 2008 - 2010 – asystent fizyk medyczny
- ◆ 2010 - 2016 – fizyk medyczny odpowiedzialny za dozymetrię
- ◆ od 2016r. – koordynator świadczeń zdrowotnych w Zakładzie Fizyki Medycznej (odpowiednik kierownika zakładu)

Nieprzerwanie, od 25-ciu lat zajmuję się wykonywaniem procedur medycznych (radioterapia onkologiczna) w zakresie przypisanym fizykowi medycznemu. Przeszedłem wszystkie szczeble awansu zawodowego – ostatecznie powierzono mi funkcję koordynatora Zakładu Fizyki Medycznej. Od 2024 roku pełnię funkcję Konsultanta Wojewódzkiego w dziedzinie fizyka medyczna dla województwa kujawsko-pomorskiego.

Do moich szczególnych zainteresowań zawodowych należą dozymetria referencyjna oraz kontroli jakości w radioterapii wiązkami zewnętrznymi. Jestem pomysłodawcą i inicjatorem kilku istotnych reform i wdrożeń technologicznych w Zakładzie Radioterapii Centrum Onkologii w Bydgoszcy, w szczególności technologii EPID, technologii jednoczasowego napromieniania guzów mnogich w standardzie SRS oraz technologii Linac-MR.

- **od października 2014r. - zatrudniony w charakterze asystenta w Katedrze i Klinice Onkologii i Brachyterapii Collegium Medicum w Bydgoszcy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika (UMK) w Toruniu**

- ◆ od 2018r. – adiunkt naukowo-badawczy

Moja działalność dydaktyczna polega ona na prowadzeniu zajęć dydaktycznych na kierunkach: lekarskim (Wydział Lekarskim), analityce medycznej (Wydział Farmaceutyczny) oraz elektroradiologii (Wydział Nauk o Zdrowiu). Są to zarówno wykłady, jak i seminaria oraz ćwiczenia z zakresu fizyki medycznej na obu poziomach kształcenia (EQF6 oraz EQF7). Tematyka zajęć obejmuje oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią, fizyczne podstawy radiobiologii – ze szczególną uwagą poświęconą defektom DNA powodowanym ekspozycją na promieniowanie jonizujące, fizyczne podstawy radioterapii, ochronę radiologiczną, kontrolę jakości w radioterapii oraz zagadnienia poświęcone budowie i kontroli urządzeń do radioterapii i brachyterapii. Wszystkie wymienione zajęcia dydaktyczne prowadzone są w dwóch wersjach językowych: polskiej i angielskiej, gdyż Collegium Medicum prowadzi również odpłatne studia w języku angielskim dla obcokrajowców - English Division.

- **od października 2021r. - zatrudniony w charakterze wykładowcy na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego (UKW) w Bydgoszcy**

Od października 2021r. prowadzę zajęcia dydaktyczne na kierunku Fizyczne podstawy radioterapii i diagnostyki obrazowej. Są to przede wszystkim wykłady związane z podstawami planowania i realizacji radioterapii, dozymetrii referencyjnej oraz kontrolą jakości. Organizuję praktyki zawodowe, podczas których studenci od pierwszych miesięcy studiów nabywają praktycznych umiejętności związanych z terapią promieniowaniem jonizującym i jej zapleczem. Studentom proponowana jest realizacja prac licencjackich w tematach związanych z aspektami klinicznymi, najczęściej związanymi z planowaniem radioterapii lub kontrolą jakości.

**b) działalność dydaktyczna wykonywana okazjonalnie:**

• **Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK w Toruniu**

W roku akademickim 2012/2013 (semestr zimowy + semestr letni) prowadziłem zajęcia dydaktyczne (wykład + ćwiczenia) z przedmiotu Dozymetria dla studentów kierunków Fizyka Medyczna oraz Fizyka Doświadczalna.

• **Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich**

W ramach współpracy z Uczelnią prowadziłem w latach 2016-2018 zajęcia wchodzące w skład bloku tematycznego „Radioterapia” w wymiarze 12 godz. dydaktycznych. Blok realizowany jest na międzyuczelnianym kierunku Inżynieria Biomedyczna prowadzonym we współpracy z Collegium Medicum UMK.

• **Politechnika Gdańska**

Od semestru letniego roku akademickiego 2021/2022 prowadzę wykład oraz zajęcia warsztatowe pod nazwą Planowanie Radioterapii dla studentów 5-go roku Inżynierii biomedycznej.

**4. Osiągnięcia naukowo - badawcze**

**a) publikacje naukowe**

Mój łączny dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje 53 pozycji, na które składają się:

- ◆ jeden podręcznik akademicki wydany w języku polskim:

Winięcki Janusz: Podstawy fizyki promieniowania jonizującego dla studentów medycyny i elektroradiologii, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2016, ISBN 978-83-946672-0-7

- ◆ autorstwo rozdziału w monografii anglojęzycznej:

Winięcki Janusz: Principles of radiation therapy, W: Medical physics : models and technologies in cancer research. / Bajek Anna, Tylkowski Bartosz (red.) 2021, Walter de Gruyter (Sciendo), 2021, ISBN 978-3-11-066229-0; DOI: 10.1515 / 9783110662306-003

- ◆ współautorstwo rozdziału w monografii anglojęzycznej:

Długosz Zofia, Długosz Michał, Świetlicka Aleksandra, Winięcki Janusz, Talaśka Tomasz, Długosz Rafał: Computational efficient nonlinear filters for medical image processing in BNCT. / Signal processing: algorithms, architectures, arrangements and applications (SPA) 2025, Conference proceedings. Institute of Electrical and Electronics Engineers, ISBN 978-83-62065 -5 1 -6

- ◆ 31 prac oryginalnych
- ◆ 6 prac przeglądowych
- ◆ 3 prace o charakterze zaleceń polskich i międzynarodowych towarzystw naukowych
- ◆ 8 opublikowanych streszczeń w materiałach pokonferencyjnych;

Łączna punktacja prac wynosi **65,793** (IF) oraz **2632** (MNIŚW), z czego dla publikacji wykazanych w cyklu: **12,495** oraz **660**, odpowiednio.

Łączna liczba cytowań:

wg. Web of Science: 187 (bez autocytowań: 164),  
wg Scopus: 223 (bez autocytowań: 194),  
wg ResearchGate: 288  
wg Google Scholar: 332

Index Hirscha:

wg. Web of Science: 9 (bez autocytowań: 9),  
wg Scopus: 9 (bez autocytowań: 9),  
wg ResearchGate: 11  
wg Google Scholar: 11

Link do bazy ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9330-1547>

Wszystkie spośród publikacji, w których tworzeniu brałem udział, poświęcone są zagadnieniom związanym z dozymetrią promieniowania jonizującego, która jest jednym z filarów kontroli jakości w radioterapii. Osiem, spośród tych prac poświęconych jest zagadnieniom związanym z dozymetrią promieniowania jonizującego w innych niż medycyna dziedzinach przyrodniczych, 13 prac ma charakter dydaktyczny, bądź związany z procesem kształcenia specjalistów zaangażowanych w realizację procedur terapeutycznych z zastosowaniem promieniowania jonizującego. Mam na swoim koncie ponad 30 wystąpień ustnych na krajowych i międzynarodowych konferencjach branżowych.

## b) Inne osiągnięcia

- ◆ Jestem współautorem programu specjalizacji w dziedzinie fizyka medyczna (Edycja 2023), a także wielokrotnie kierowałem zespołem programowym Jesiennej Szkoły Fizyki Medycznej PTFM.

◆ Byłem promotorem 7 prac licencjackich (inżynierskich) oraz promotorem pomocniczym 3 prac doktorskich w dziedzinie nauk medycznych.

◆ W latach 2023-2025 uczestniczyłem w grantie badawczym „Inicjatywa doskonałości – uczelnia badawcza Emerging Fields”: Application of new technologies in clinical practice with the use of artificial intelligence in the cytotoxic analysis of compounds of natural origin as potential anti-cancer and anti-inflammatory substances.

Projekt dotyczył zastosowania **sztucznej inteligencji** w analizie cytotoksycznej związków naturalnych, ze szczególnym uwzględnieniem polifenoli. Zespół multidyscyplinarny badał ich właściwości przeciwnowotworowe, przeciwzapalne i neuroprotektoryjne, wykorzystując AI do integracji i analizy złożonych danych laboratoryjnych. Równolegle oceniano biodostępność i bioaktywność związków, co umożliwiło kompleksowe określenie mechanizmu działania w warunkach in vitro. Kluczowym innowacyjnym elementem była adaptacja metod laboratoryjnych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, która zwiększyła czułość analiz i znacząco skróciła czas ich wykonania. W przeciwieństwie do tradycyjnych metod statystycznych, AI efektywnie radzi sobie ze złożonymi, wielowymiarowymi danymi biologicznymi, umożliwiając wszechstronną charakterystykę potencjalnych substancji terapeutycznych.

Mój udział w pracach zespołu polegał na współtworzeniu algorytmów obliczeniowych oraz adaptacji metod AI, które od początku mojej pracy naukowej pozostają w obszarze moich zainteresowań: wśród moich publicznych wystąpień konferencyjnych część poświęcona jest właśnie zastosowaniom AI w radioterapii.

## 5. Wskazanie osiągnięcia naukowego

Prowadzona przeze mnie aktywność ma charakter wielotorowy i w wymierny sposób oddziałuje na jakość realizacji procedur terapeutycznych w radioterapii onkologicznej. Składają się na nią działania bezpośrednio polegające na usprawnianiu procedur medycznych, liczne działania systemowe podejmowane w sferze organizacyjnej i edukacyjnej, a także prowadzenie badań podstawowych zmierzających do udoskonalenia funkcjonującego systemu dozymetrycznej kontroli jakości w radioterapii.

### 5.1 Tytuł osiągnięcia naukowego

Podstawą do wnioskowania o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk medycznych jest:

***Nowoczesne metody dozymetryczne w radioterapii***

**5.2 Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych (chronologicznie):**

1. **J. Winięcki, A. Orzechowska, S. Maleszka, M. Biedka i inni**, Visualization of dose distribution in intraoperative electron beam radiotherapy based on ultrasound images. J. BUON 2019 : Vol. 24, nr 6, s. 2570-2576.  
IF: 1.695      MNiSW: 40.000
2. **J. Winięcki, S. Witkiewicz-Łukaszek, P. Michalska, S. Jakubowski i inni**,. Basic characteristics of dose distributions of photons beam for radiotherapeutic applications using YAG:Ce crystal detectors. Materials 2022 : Vol. 15, nr 21, s. 1-12  
IF : 3.400      MNiSW: 140.000
3. **K. Śłosarek, A. Gądek, M. Reudelsdorf-Ullmann, Ł. Sroka, J. Winięcki**. The prototype of EPID-based “in vivo” dose verification for VMAT treatments in patients with prostate cancer. Biuletyn Polskiego Towarzystwa Onkologicznego NOWOTWORY. 2023;8:10-17. <https://doi:10.5603/NJO.a2023.0002>  
IF: -----      MNiSW: 100.000
4. **S. Witkiewicz-Łukaszek, J. Winięcki, P. Michalska, S. Jakubowski i inni**, Investigation of uniformity of X rays beam in radiotherapeutic tumour treatment procedure using LuAG:Ce crystal detectors. Materials 2024; 17(16):4016. <https://doi.org/10.3390/ma17164016>  
IF: 3.200      MNiSW: 140.000
5. **B. Sobiech, J. Winięcki, S. Witkiewicz-Łukaszek, Yu. Zorenko i inni**, In vivo measurement of radiation dose during brachytherapy treatment using scintillation detectors. Polish Journal of Medical Physics and Engineering, 30(4), 2024. <https://doi.org/10.2478/pjmpe-2024-0036>  
IF: -----      MNiSW: 100.000
6. **V. Gorbenko, T. Zorenko, S. Witkiewicz-Łukaszek, B. Sobiech, P. Bilski, M. Gryziński, J. Winięcki, Yu. Zorenko**, Composite detectors as a beneficial tool for dose measurements of secondary radiation in boron neutron capture therapy, Applied Radiation and Isotopes, 220, 2025, 111726, <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2025.111726>  
IF: 1.8      MNiSW: 70.000
7. **S. Witkiewicz-Łukaszek, B. Sobiech, J. Winięcki, Y. Zorenko**, Real-Time Dose Measurement in Brachytherapy Using Scintillation Detectors Based on Ce<sup>3+</sup>-Doped Garnet Crystals. Crystals 2025, 15, 669. <https://doi.org/10.3390/cryst15080669>  
IF: 2.4      MNiSW: 70.000

### 5.3 Omówienie osiągnięcia naukowego

W ostatnim trzydziestoleciu nastąpił spektakularny rozwój technologiczny w dziedzinie radioterapii onkologicznej. Dostępna jest szeroka gama precyzyjnych urządzeń odpowiedzialnych za pozyskiwanie szczegółowej wiedzy na temat budowy morfologicznej jak i fizjologii pacjenta kierowanego na radioterapię (skanery CT, MR oraz PET w różnych konfiguracjach), stosowane są optymalne systemy unieruchamiania (indywidualne maski termoplastyczne i materace próżniowe) oraz monitoringu czynnościowego (bramkowanie oddechowe, techniki wspomagane obrazem) gwarantujące zachowanie pozycji terapeutycznej w trakcie kolejnych sesji terapeutycznych. Z kolei postęp w zakresie zwiększenia mocy obliczeniowych pozwolił na wdrożenie zaawansowanych algorytmów obliczeniowych zdolnych zarówno do nie budzącego wątpliwości opisu interakcji promieniowania z materią, jak i stosowania wieloparametrycznych algorytmów optymalizacyjnych ukierunkowanych na uzyskiwanie wysublimowanych planów leczenia o wysokiej, wręcz idealnej konformalności. Równoległe z postępowaniem w zakresie procedur planowania radioterapii obserwowano wielotorowy rozwój urządzeń do realizacji radioterapii. Dziś akceleratory medyczne, to obszerna rodzina urządzeń wykorzystująca różnorodne systemy generowania, stabilizowania i kolimowania wiązki terapeutycznej. Akceleratory wyposażono w dodatkowe funkcjonalności umożliwiające monitorowanie ruchomości pacjenta oraz jego anatomii, wykorzystując techniki zarezerwowane dotąd wyłącznie dla diagnostyki obrazowej. Topowym osiągnięciem jest wdrożenie do praktyki klinicznej tzw. radioterapii adaptacyjnej.

Rzeczywisty rozwój technologii związanych z kontrolą jakości w radioterapii jest jednak zawsze opóźniony względem dynamicznego rozwoju technologii związanych z samym dostarczaniem dawki. O ile motywacja do wszelkich działań na rzecz rozwoju technik terapeutycznych jest silna i oczywista, o tyle impulsem do rozwoju technik kontroli jakości były historycznie zazwyczaj wypadki i incydenty: zmuszały do refleksji nad prawidłowym zrozumieniem realizowanych procesów i diagnozą ich słabych punktów. W praktyce bowiem, każdy z elementów przygotowania i realizacji radioterapii może nieść swój indywidualny przyczynek do ostatecznego odchylenia pomiędzy dawką realizowaną a przypisaną (oczekiwaną), zaś szczególnie krytyczne okazują się losowe koincydencje przypadkowych dysfunkcji tego systemu.

Jako ogólny cel podejmowanej przeze mnie działalności naukowo-badawczej obrałem poprawę jakości realizowanych procedur radiologicznych z zakresu radioterapii. Realizacja tak postawionego zadania sprowadzała się do opracowania nowatorskich metod pomiarowych i obliczeniowych [1,2,4,6,16, 35,36,46,53], ich walidacji, a następnie wdrożenia. Inicjowałem współpracę z naukowcami specjalizującymi się w różnych dziedzinach nauki, w szczególności medycyny, fizyki ciała stałego i inżynierii biomedycznej, gdy realizacja mojego celu badawczego w wybranych obszarach wymagała specjalistycznej wiedzy w tych dziedzinach. W dalszej części znajdują się więc odwołania do przykładowych aktywności z zakresu badań podstawowych (inżynieria materiałowa, fizyka promieniowania jonizującego), jak również do działań związanych z przetwarzaniem i analizą danych cyfrowych przechowywanych w specyficznych dla diagnostyki medycznej formatach komputerowych.

Tematyką kontroli jakości w radioterapii zainteresowałem się jeszcze przed uzyskaniem tytułu doktora nauk medycznych. W latach 2003-2013 swoją uwagę skoncentrowałem na analizie rozkładów dawki realizowanych u pacjentów leczonych techniką IMRT, które porównywałem z rozkładami oczekiwanymi posługując się zaczerpniętym z literatury formalizmem znanym jako metoda gamma. Metodę badań i moje autorskie

narzędzia opracowane w celu pozyskania i analizy danych odczytanych z dostępnych instrumentów pomiarowych prezentowałem na drodze publikacji naukowych oraz na licznych konferencjach branżowych [1-5]. Przez następne 7 lat, tj. do momentu, w którym na rynku pojawiły się równoważne narzędzia komercyjne, instrumenty przeze mnie opracowane stanowiły najważniejsze narzędzie kontroli jakości w procedurach radioterapii realizowanych w Centrum Onkologii w Bydgoszczy.

### 5.3.1 Zastosowanie kryształów granatów w kontroli jakości radioterapii

Niezwykle istotnym impulsem do kontynuowania aktywności naukowo-badawczej była zdiagnozowana przeze mnie w 2009 awaria akceleratora medycznego. Była to pierwsza tego typu i uważana dotąd za niemożliwą awarię akceleratora do radioterapii. Jej skutkiem były niemierzalne tradycyjnymi metodami zmiany promieniowania terapeutycznego, które mogły zasadniczo zmienić rozkład dawki w ciele pacjenta.

Wskutek degradacji tarczy konwersji (rzeczywista przyczyna awarii) w widmie promieniowania terapeutycznego (wysokoenergetyczne promieniowanie X) występowały krótkookresowe fluktuacje, niedostrzegalne w toku realizacji standardowych procedur dozymetrycznych. Proces konwersji strumienia elektronów w wiązkę fotonową był upośledzony. W krótkich, trwających 10-20ms interwałach czasowych, wiązkę terapeutyczną cechowała znaczna kontaminacja elektronowa, które nie napotykając przeszkody przenikały swobodnie tarczę w miejscu perforacji. Odmienny charakter oddziaływania elektronów i promieniowania X z materią powodował nieprawidłowości w rozkładzie dawki w ciele pacjenta, co wynika m.in. z różnej zdolności do penetrowania tkanek. Należy podkreślić, że opisywane odchylenia nie miały szansy być stwierdzone w drodze rutynowej kontroli aparatu terapeutycznego. Zwyczajowo wyznaczane parametry wiązki terapeutycznej (np. współczynnik jakości – TPR 20/10) nie mogły uwidoczniać tej nieprawidłowości. W sposób naturalny zarysowała się zatem potrzeba ukierunkowania prac badawczych zmierzających do opracowania instrumentów czułych na zmiany widma wiązki promieniowania.

Za obiecującego kandydata do zastosowań w charakterze dozymetru wykorzystywanego w warunkach klinicznych uznałem wstępnie sztuczne diamenty wytwarzane w postaci polikrystalicznych warstw metodą CVD (ang. Chemically vapor deposited) na lokalnym uniwersytecie. Jak wykazano w toku wykonanych badań [14,15,19,20] diamenty CVD wykazują liniową zależność sygnału mierzonego metodą termoluminescencji i katodoluminescencji od zdeponowanej dawki. Ich gęstość jak i skład chemiczny (węgiel) są bardzo zbliżone do tkanki ludzkiej, nie są toksyczne, a zatem mogą być stosowane w bezpośrednim kontakcie z ciałem, nie zniekształcając przestrzennego rozkładu dawki. Ostatecznie jednak prace nad wykorzystaniem diamentów CVD w dozymetrii klinicznej zostały zawieszono, z uwagi na relatywnie słabą odpowiedź na wysokoenergetyczne promieniowanie X (mały współczynnik absorpcji kwantów X) oraz zmienność obserwowaną pomiędzy analizowanymi próbkami wynikającymi z ich polikrystalicznego charakteru. Nie wydawało się zatem możliwe, by przy pomocy diamentów krystalizowanych metodą CVD można było diagnozować subtelne zmiany widma wiązek terapeutycznych w teleradioterapii.

Tej dyskwalifikującej wady nie posiadają natomiast syntetyczne kryształy granatów itrowo- oraz lutetowo-glinowych  $Y_3Al_5O_{12}$  i  $Lu_3Al_5O_{12}$  [31,34,42-45], domieszkowane jonami ceru  $Ce^{3+}$  (odpowiednio w skrócie YAG:Ce oraz LuAG:Ce), dotychczas wykorzystywane wyłącznie jako scyntylatory w monitoringu radiacyjnym oraz jako ekrany scyntylicyjne w mikrotomografii. Ich zadanie we wspomnianych urządzeniach polega na konwersji

wysokoenergetycznego promieniowania gamma lub X do zakresu widzialnego, które znacznie łatwiej zarejestrować. Jednak kryształy tych granatów, zgodnie z moją wiedzą, nie wykorzystywano dotąd w charakterze dozymetrów.

Możliwość zastosowania kryształów granatów w dozymetrii promieniowania terapeutycznego zweryfikowałem poddając je ekspozycji na wysokoenergetyczne promieniowanie X generowane przez klasyczny akcelerator do radioterapii oraz promieniowanie gamma ze źródła kobaltowego – publikacje nr 2 oraz 4 wymienione w cyklu.

W pierwszej kolejności zostało wykazane, iż detektory na bazie kryształów YAG:Ce posiadają bardzo dobrą korelację sygnału termoluminescencji (TLD) z dawką pochłoniętą w przypadku napromienienia terapeutyczną wiązką 6MV. Niestety w przypadku wiązki 15MV przedmiotowe detektory działają znacznie gorzej z powodu stosunkowo niskiego współczynnika absorpcji kwantów X, który zależy od gęstości materiału ( $\rho=4.5 \text{ g/cm}^2$ ) i efektywnej liczby atomowej ( $Z_{\text{eff}}=29$ ). Wybór drugiego kandydata jako detektora promieniowania terapeutycznego 6MV i 15 MV, tj. kryształów LuAG:Ce z ( $\rho=6.4 \text{ g/cm}^2$  i  $Z_{\text{eff}} = 64$ ), wynikał z konieczności zwiększenia współczynnika absorpcji wysokoenergetycznego promieniowania X. Zgodnie z przypuszczeniami, kryształy LuAG:Ce, posiadając wyższy współczynnik absorpcji, okazały się bardzo dobrymi detektorami promieniowania terapeutycznego o potencjale 15MV, zachowując przy tym bardzo dobrą czułość również na promieniowanie 6MV.

Dodatkowo obie odmiany kryształów granatów wyraźnie reagowały na zmiany w jakości promieniowania co było widoczne w przebiegu krzywych jarzenia. Jest to fenomenalna właściwość, którą zweryfikowałem posługując się typowymi filtrami klinowymi wykorzystywanymi jako akcesorium dodatkowe w klasycznej radioterapii konformalnej [31]. Użycie filtrów klinowych prowadziło do modyfikacji rozkładu dawki, jednocześnie modyfikując widmo promieniowania poprzez utwardzanie (ang. hardening). Efekt ten był dobrze widoczny w przebiegu krzywych emisyjnych TLD dla obu próbek.

Można zatem orzec, iż kryształy YAG:Ce oraz LuAG:Ce są bardzo dobrymi kandydatami do produkcji specjalistycznych matryc na potrzeby weryfikacji rozkładu dawki w radioterapii. Ich potencjalna przewaga nad obecnie stosowanymi odpowiednikami polega na tym, że oprócz pomiaru dawki pochłoniętej, umożliwiają kontrolę jakości promieniowania w rozumieniu energii.

Dziś weryfikacja dozymetryczna planu leczenia sprowadza się najczęściej do pomiaru tzw. *map fluencji*, czyli rozkładu natężenia promieniowania w płaszczyźnie pomiaru. Tylko przy założeniu, że jakość promieniowania jest zachowana, można na tej podstawie wnioskować, że dawka i jej objętościowy rozkład spełniają pierwotne założenia. Analiza fluencji promieniowania bez znajomości widma, a w szczególności jego anomalii, nie daje szansy na głębokościową, tj. prostopadłą do matrycy analizę rozkładu dawki.

Matryce wykonane z kryształów granatów YAG:Ce i LuAG:Ce będą umożliwiały jednoczesny pomiar rozkładu natężenia promieniowania w całej płaszczyźnie (np. integracja pola pod krzywą widma TLD) wraz z kontrolą jakości tego promieniowania dostarczanego w określony punkt matrycy pomiarowej (detale na krzywej widma, linie widmowe). Takiej funkcjonalności nie posiadają dostępne na rynku narzędzia przeznaczone do kontroli jakości w radioterapii.

Z uwagi na zdolność jednoczesnego pomiaru i dawki pochłoniętej, i jakości promieniowania, przewiduję w dobie współczesnych rekomendacji polegających na stosowaniu pojęcia dawki biologicznej w opisie efektów biologicznych, również potencjalne wykorzystanie badanych związków w bezpośrednim pomiarze dawki biologicznej. Natomiast w odniesieniu do procedur Quality Assurance aparatów do radioterapii stosowanie matryc wykonanych z

kryształów YAG:Ce, LuAG:Ce lub podobnych, pozwoli skutecznie zredukować czas potrzebny na wykonanie niezbędnej okresowej kontroli. Być może żmudne pomiary profilu głębokościowego wiązki promieniowania w fantomie wodnym w celu wyznaczenia parametrów opisujących jej jakość nie będą już niezbędne.

### 5.3.2 Dozymetria „in vivo” w brachyterapii

W brachyterapii pomiar dawki metodą „in vivo” (IVD) nie jest praktykowany z uwagi na wysokie ryzyko porażenia prądem elektrycznym – detektory, których działanie sprowadza się do zliczenia ładunków generowanych na skutek jonizacji nie są wprowadzane do ciała pacjenta.

Wiedzę zdobytą w trakcie badań poświęconych dozymetrom do pomiarów wiązek zewnętrznych wykorzystałem do nakreślenia koncepcji pomiaru dawki *in vivo* (IVD) w brachyterapii – publikacje nr 5 oraz 7 wykazane w cyklu. Koncepcja zakładała wykorzystanie scyntylicyjnych detektorów światłowodowych (Fiber Optic Detektor, FOD). Detektory FOD wykorzystują właściwości scyntylicyjne wybranych kryształów, polegające na skutecznym pochłanianiu kwantów gamma i ich przetwarzaniu na promieniowanie o niższej energii (widzialne). Promieniowanie widzialne jest następnie wyprowadzane na zewnątrz ciała przy użyciu światłowodu celem rejestracji i analizy, pozwalając ostatecznie wyznaczyć wartość deponowanej dawki promieniowania. Z uwagi na niższą energię promieniowania gamma stosowanego w brachyterapii (o średnia energia kwantów gamma emitowanych przez źródło  $^{192}\text{Ir}$  wynosi 394 KeV), dostępność kryształów scyntylicyjnych czułych na promieniowanie w tym zakresie energii jest dużo większa.

Kierowany przeze mnie zespół fizyków medycznych z Centrum Onkologii w Bydgoszczy, wspólnie z naukowcami z Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego (UKW) wytypował do badań oraz zweryfikował właściwości szeregu kryształów komercyjnie dostępnych na rynku. Zaobserwowano bardzo dobrą korelację liniową pomiędzy dawką a sygnałem scyntylicyjnym zarejestrowanym przy użyciu FOD dla każdego z zastosowanych kryształów granatów. Najlepsze właściwości wykazały kryształy granatu gadolino-galowo-glinowego domieszkowanego cerem  $\text{Gd}_3\text{Ga}_{2.5}\text{Al}_{2.5}\text{O}_{12}:\text{Ce}$  (GAGG:Ce). Ponadto stwierdzono, że detektory na bazie kryształów GAGG:Ce wykazały zdecydowanie najlepszą wydajność i najkorzystniejszą zależność „dawka – wydajność RL” spośród wszystkich badanych scyntylatorów na bazie granatów.

Otrzymane wyniki pozwoliły na wykonanie prototypu detektora do pomiaru dawki w warunkach konwencjonalnej brachyterapii z udziałem rzeczywistego pacjenta. Zastosowano FOD oparty na scyntylatorze GAGG:Ce. Światłowód podłączono do wysokiej klasy czytnika widm luminescencyjnych i komputera. Pomiary dawki promieniowania przeprowadzono najpierw w fantomie wykonanym w technice druku 3D (kalibracja układu), a następnie u dwóch pacjentów w warunkach klinicznych Centrum Onkologii w Bydgoszczy.

Uzyskane wyniki, opublikowane w pracach wskazanych pod numerami 5 oraz 7 wskazują na duży potencjał opracowanego detektora FOD do pomiaru dawki *in situ* zarówno w brachyterapii oraz innych zastosowaniach medycznych. Badania na fantomie wykazały idealną liniową korelację między dawką a reakcją optyczną zarejestrowaną przez kryształ GAGG:Ce. To pozwoliło na otrzymanie tzw. „krzywej kalibracyjnej”, czyli zależności „dawka-sygnał scyntylicyjny”. Pomiar tej zależności polegał na scałkowaniu pola powierzchni pod krzywą widma emisji scyntylatora.

Pomiary w warunkach klinicznych wykazały pewne odchylenie między dawką oczekiwaną (*obliczoną dawką* przy użyciu tzw. Systemu Planowania Leczenia – TPS) a *rzeczywistą dawką* zmierzoną przez FOD. Ustalono, że wartość niepewności między obliczonymi i rzeczywistymi pomiarami zależy od wartości dawki promieniowania i odległości między źródłem promieniowania

a detektorem. Jednak niepewność pomiarowa może zostać znacznie zmniejszona poprzez odpowiednią korekcję krzywych kalibracyjnych. Prototyp FOD na bazie kryształu GAGG:Ce został również skalibrowany względem dawki wyznaczonej przez komercyjny układ pomiarowy posiadający aktualne świadectwo wzorcowania.

### 5.3.3. Opracowanie autorskiego systemu planowania radioterapii śródoperacyjnej

W 2015 r., pełniąc obowiązki fizyka odpowiedzialnego za dozymetrię w Centrum Onkologii w Bydgoszczy stanąłem przed problemem opomiarowania jednego z pierwszych w kraju akceleratorów do radioterapii śródoperacyjnej wiązkami wysokoenergetycznych elektronów (IOeRT), a następnie wdrożenia terapii do praktyki klinicznej. W odróżnieniu od typowych linii terapeutycznych, akcelerator Mobetron nie posiadał dedykowanego systemu planowania radioterapii, wymagany czas ekspozycji należało wyznaczać na drodze ręcznych obliczeń, w warunkach sali operacyjnej.

Za swoje ważne osiągnięcie uważam opracowanie i zautomatyzowanie algorytmu obliczeniowego, który znacznie przyspieszył proces wyznaczania wymaganego czasu ekspozycji – poz. nr 1 wykazana w cyklu. Algorytm posługiwał się zastawem danych pomiarowych wykonanych osobiście przeze mnie i kolegów z zespołu w fantomie wodnym: profilami głębokościowymi oraz poprzecznymi dostępnych wiązek terapeutycznych. W celu wyznaczenia indywidualnego czasu napromieniania dla poszczególnych pacjentów należało wybrać standardowe parametry: wielkość pola, nominalną energię wiązki oraz głębokość normalizacji, na której miała być zdeponowana przypisana dawka terapeutyczna.

Pomiar grubości tkanki, którą należało napromienić, zależnie od ośrodka onkologicznego wykonywano bądź to mechanicznie, bądź przy użyciu ultrasonografu. Inną innowacją przeze mnie zaproponowaną było wykorzystanie obrazów USG otrzymanych w trakcie zabiegu operacyjnego do projekcji rozkładów dawki. Algorytm przeze mnie opracowany, podobnie jak większość komercyjnych odpowiedników wykorzystywanych np. w brachyterapii nie uwzględniał zmiany gęstości tkanek. Nie stanowiło to jednak wady proponowanego rozwiązania, szczególnie w przypadku jego użycia w trakcie resekcji guza oszczędzającej gruczoł piersiowy. Tkanek napromienianą stanowiła bowiem część gruczołu ograniczona od dołu ścianą klatki piersiowej (żebra), którą chroniono stosując osłony wykonane z miękkiego metalu.

Algorytm zastosowano u blisko 80 pacjentek leczonych z powodu raka piersi w Centrum Onkologii w Bydgoszczy. W części przypadków głębokościowa analiza rozkładu dawki pozwoliła zrezygnować z osłon z uwagi na bezpieczny dystans dzielący kości żeber od powierzchni łoża po guzie.

Należy podkreślić, iż wszystkie dostępne, komercyjne systemy TPS, również te hipotetycznie umożliwiające planowanie IOeRT działały w oparciu o skany anatomiczne CT wykonane przed zabiegiem chirurgicznym. Metoda przeze mnie zaproponowana i częściowo zastosowana, była nieczuła na zmiany anatomiczne (np. rozwarście pola operacyjnego) towarzyszące zabiegowi chirurgicznemu.

### 5.3.4. Udział w tworzeniu systemu do pomiaru dawki in vivo w technice VMAT

Techniki dynamiczne stosowane w radioterapii, w szczególności technika VMAT, służą maksymalnej koncentracji dawki w obszarze tarczowym z jednoczesną ochroną tkanek otaczających. Weryfikacja rozkładu dawki odbywa się pośrednio, przy użyciu dedykowanych

fantomów, zazwyczaj w trybie *pre-treatment*. Rozkład dawki otrzymany w fantomie jest następnie porównywany z teoretycznym, obliczonym w TPS.

Oczekiwane rozkłady dawki mają charakter quasi-ciągły, związany z rozdzielczością używanych formatów dawnych, mocy obliczeniowych i algorytmów. Rozkłady dawki podlegające weryfikacji otrzymywane są zazwyczaj na drodze rekonstrukcji i interpolacji, na podstawie dyskretnych danych odczytanych z punktowych detektorów, w które wyposażony jest urządzenie pomiarowe. Ograniczenia technologiczne sprawiają, że wykonanie pomiaru w przestrzeni trójwymiarowej jest praktycznie niemożliwe.

Metoda weryfikacji opisana w pracy oznaczonej numerem 4 w cyklu, ma charakter *dozymetrii transmisyjnej*. Pomiar wykonywany jest przy użyciu typowego detektora EPID, w który dzisiejszej dobie wyposażone są wszystkie akceleratory terapeutyczne. W sposób bezpośredni i całkowicie nieinwazyjny dokonywany jest pomiar promieniowania, które przeniknęło ciało pacjenta. Na jego podstawie, biorąc pod uwagę tłumiące i osłabiające właściwości tkanek odczytane z tomografii komputerowej, odtwarzana jest dawka pochłonięta w obszarze tarczowym. Mój udział w projekcie polegał na walidacji metody zaproponowanej przez współautorów publikacji wskazanej pod numerem 4 cyklu.

Zaletą proponowanej metody jest jej nieinwazyjność, przez co pomiar może zostać wykonany podczas każdego seansu terapeutycznego, szczególnie w przypadku procedur VMAT realizowanych u pacjentów z rakiem prostaty. Metoda umożliwia szybką ocenę średniej dawki deponowanej w obszarze tarczowym i jej zmienność międzyfrakcyjną. Zgodnie z moją wiedzą nie istnieją inne, niż geometryczne (rotacja stołu terapeutycznego i wynikające z tego faktu ryzyko kolizji detektora EPID z kolumną stołu), ograniczenia co do możliwości zastosowania tej metody u innych pacjentów leczonych techniką VMAT.

### 5.3.5 Rozwiązania dozymetryczne na potrzeby kontroli jakości w terapii borowo-neutronowej Boron-Neutron Capture Therapy (BNCT)

Od 2016r. reprezentuję Centrum Onkologii w Bydgoszczy w pracach Polskiego Konsorcjum na Rzecz Terapii Borowo-Neutronowej „H2”. Zadaniem, które powierzono mojemu zespołowi, jako jedynej instytucji klinicznej uczestniczącej w pracach tego konsorcjum, jest wypracowanie szczegółowych rozwiązań klinicznych związanych z realizacją procedur BNCT. Więcej szczegółów dotyczących działalności mojej oraz mojego zespołu w tym obszarze zostanie przedstawionych w części poświęconej zainteresowaniom naukowym.

Jedną z publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe podlegające ocenie, wymieniona pod pozycją 6, dokumentuje moje badania zmierzające do opracowania aktywnych detektorów na potrzeby kontroli jakości w BNCT. W skutek wychwytu termicznych neutronów przez jądra  $B^{10}$  w trakcie terapii borowo-neutronowej powstaje trójskładnikowe promieniowanie wtórne: jony litu ( $Li^+$ ), cząstki alfa ( $He^{2+}$ ) oraz promieniowanie gamma. Każdy ze składników posiada odmienne cechy fizyczne takie ładunek elektryczny oraz energia kinetyczna, od których bezpośrednio zależy zdolność jonizacji tkanek ościennych. Zdolność rozdzielnego, ale jednoczesowego wychwytywania wszystkich trzech składników promieniowania wtórnego w BNCT jest kluczowa z kontekście wyznaczenia dawki biologicznej. W zamyśle, w celu wyznaczenia dawki biologicznej, dawka fizyczna deponowana przez poszczególne składniki zostanie skorygowana o przynależną im wartość współczynnika jakości (zależnego od LET – Linear Energy Transfer).

Prace nad czytelnikiem korzystają z doświadczeń zdobytych w trakcie badań nad kryształami, warstwami monokrystalicznymi oraz strukturami epitaksjalnymi granatów. W celu opracowania takich kompozytowych detektorów oraz ich testowania w warunkach klinicznych Centrum Onkologii w Bydgoszczy jako wykonawca brałem udział w realizacji projektów finansowanych przez Narodowym Centrum Nauki (NCN) pod kierunkiem prof. Y. Zorenko z UKW, a mianowicie Opus 24 LAP No 2022/47/1/ST8/02600 „Nowoczesne scyntylatory na bazie warstw monokrystalicznych złożonych tlenków: inżynieria transferu energii wzbudzenia w celu optymalizacji ich właściwości” (2024-2025) oraz Opus 18 No 2018/29/B/ST8/00945 „Nowoczesne kompozytowe scyntylatory na bazie warstw monokrystalicznych i kryształów mieszanych granatów i ortokrzemianów”.

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

### **6.1 Professional Matters Committee EFOMP**

Jako delegat PTFM pełnię funkcję członka Professional Matters Committee Europejskiej Federacji Towarzystw Fizyki Medycznej (ang. EFOMP - European Federation of Organisation for Medical Physics). Do zadań Komitetu należy kształtowanie polityki EFOMP w zakresie kształcenia fizyków medycznych w Unii Europejskiej na poziomie EQF6 oraz EQF7, a także kształcenia podyplomowego – EQF8.

### **6.2 Clear Crystals Collaboration (CCC) działającym w ramach CERN**

W tym miejscu chciałbym wspomnieć mój osobisty udział w pracach międzynarodowego konsorcjum naukowego Clear Crystals Collaboration (CCC) działającym w ramach CERN, którego członkiem Centrum Onkologii w Bydgoszczy jest od wielu lat. Jest to konsorcjum zrzeszające grupy badawcze z Europy oraz całego świata, zajmujące się opracowaniem nowych materiałów scyntylacyjnych i dozymetrycznych, a także detektorów na ich bazie w celu zastosowania w fizyce jądrowej (fizyce cząstek elementarnych), medycynie, geologii oraz innych obszarach. Spotkania w ramach CCC są doskonałą platformą do pozyskiwania wiedzy i wymiany doświadczeń pomiędzy konsorcjantami w wymienionych tematach. W maju 2023r. posiedzenie Zarządu CCC oraz kolejne, 79-te forum CCC członków tego stowarzyszenia zostało organizowane wyjątkowo poza siedzibą CERN w Genewie. Dzięki moim staraniom oraz kolegów z UKW miejscem tego spotkania było Innowacyjne Forum Medyczne w Centrum Onkologii w Bydgoszczy.

Załączam link do strony: <https://crystalclearcollaboration.web.cern.ch>

Wyniki mojej działalności w ramach konsorcjum były przedstawiane sukcesywnie w postaci prezentacji ustnych na kolejnych spotkaniach CCC Meetings (dwukrotnie CERN w Genewie, Politechnika Czeska w Pradze, Centrum Onkologii w Bydgoszczy, PARTEC w Groningen) oraz na międzynarodowych konferencjach z serii RAD 2022-2025:

1. **Janusz Winięcki, A. Orzechowska, S. Maleszka, P. Trafara, Y. Zorenko, Predicting a sudden failure of the conversion disk in a medical accelerator based on data from dosimetric measurements**

Uczestnictwo czynne w międzynarodowej konferencji *10<sup>th</sup> Jubilee International Conference on Radiation in Various Fields of Research, RAD 2022*, Herceg Novi, Czarnogóra

2. **Janusz Winięcki, Y. Zorenko, S. Witkiewicz-Lukaszek, V. Gorbenko, S. Maleszka, A. Orzechowska, B. Sobiech**, The concept of a detector for in vivo dose measurements in brachytherapy based on advanced OSL materials.  
Uczestnictwo czynne w międzynarodowej konferencji *11<sup>th</sup> International Conference on Radiation, Natural Sciences, Medicine, Engineering, Technology and Ecology. RAD 2023*, Herceg Novi, Czarnogóra
3. **Janusz Winięcki, Bogna Sobiech, Sandra Witkiewicz-Łukaszek, Roman Makarewicz, Sławomir Nowakowski, Yuriy Zorenko**. Real time (in vivo) dose measurements in brachytherapy using scintillation detectors.  
Uczestnictwo czynne w międzynarodowej konferencji *12<sup>th</sup> International Conference on Radiation, Natural Sciences, Medicine, Engineering, Technology and Ecology. RAD 2024*, Herceg Novi, Czarnogóra
4. **Janusz Winięcki, Bogna Sobiech, Sandra Witkiewicz-Łukaszek, Mark Akselrod, Yuriy Zorenko**. In situ dose measurements in brachytherapy using scintillation detectors based on the tissue-equivalent  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C,Mg}$  and heavy GAGG:Ce crystals.  
Uczestnictwo czynne w międzynarodowej konferencji *13<sup>th</sup> International Conference on Radiation, Natural Sciences, Medicine, Engineering, Technology and Ecology. RAD 2024*, Herceg Novi, Czarnogóra
5. **Janusz Winięcki, Bogna Sobiech, Sandra Witkiewicz-Łukaszek, Paulina Michalska, Agnieszka Orzechowska, Sebastian Maleszka, Yuriy Zorenko**. In Situ Dose Measurements in Brachytherapy and Teleradiotherapy using scintillation Fiber-Optic Detectors (FOD).  
Uczestnictwo czynne w międzynarodowej konferencji  
*SCINT 2026 Gyeongju, South Korea, May 25 – May 29, 2026*

## 7. Informacje o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

### 7.1 działalność dydaktyczna

#### a) nauczyciel dyplomowany

Jestem dyplomowanym *nauczycielem fizyki*. Uprawnienia dydaktyczne zdobyłem ukończywszy *Studium Nauczycielskie UMK w 2003r.* Przez kilkanaście lat pracowałem jako nauczyciel fizyki w Liceum Ogólnokształcącym nr VI im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy oraz prowadzonym przy tym liceum Gimnazjum nr 50. W trakcie pracy na stanowisku nauczyciela przeszedłem wszystkie stopnie awansu zawodowego uzyskując ostatecznie stopień *nauczyciela dyplomowanego*.

Obecnie jestem zatrudniony na stanowisku *adiunkta naukowo-badawczego* w Katedrze Onkologii i Brachyterapii, Collegium Medicum w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, gdzie prowadzę zajęcia dydaktyczne (ćwiczenia, seminaria i wykłady) dla studentów medycyny, elektroradiologii oraz diagnostyki laboratoryjnej. Tematyka prowadzonych przeze mnie zajęć związana jest z zastosowaniami zjawisk medycznych w diagnostyce i terapii, w szczególności dotyczą fizycznych podstaw radioterapii. Wymiernymi

efektami mojej pracy są podręcznik dla studentów, w którym zawarłem najważniejsze treści przekazywane w trakcie zajęć dydaktycznych wraz z objaśnieniami [13], a także rozdział w podręczniku anglojęzycznym [28].

Aktywnie uczestniczę w inicjatywach Uczelni, które popularyzują naukę wśród młodzieży oraz społeczności lokalnej. Do najważniejszych wydarzeń tego typu należą m. in. „Bydgoski Festiwal Nauki” czy organizowana przez Collegium Medicum UMK „Medyczna Środa”.

#### **b) kształcenie kadr medycznych**

Centrum Onkologii w Bydgoszczy jest jednym z akredytowanych ośrodków, posiadających prawo specjalizowania w dziedzinie fizyka medyczna. W ramach pełnionych w Centrum obowiązków jestem również odpowiedzialny za koordynowanie szkolenia specjalizacyjnego oraz aktualizację bazy dydaktycznej, a także prowadzę wybrane zajęcia dydaktyczne w ramach tego szkolenia. Moja działalność dydaktyczna przejawia się również poprzez organizację wydarzeń o charakterze edukacyjnym. Wydarzenia te organizowane są cyklicznie przy współudziale **Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej (PTFM)** lub pod jego patronatem.

Z mojej inicjatywy Centrum Onkologii im. prof. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy nawiązało współpracę z Uniwersytetem Kazimierza Wielkiego w celu powołania wspólnego nowatorskiego kierunku studiów, przygotowującego kandydatów do pracy w zawodzie fizyka medycznego w radioterapii o nazwie: *Fizyczne podstawy radioterapii i diagnostyki obrazowej*. Jestem autorem lub współautorem znacznej części programu (ponad 50 proc.) tych studiów.

Poniżej przedstawiam zestawienie osiągnięć, które uważam za swoje istotne w sferze edukacyjnej, w tym wybrane doniesienia naukowe w temacie dydaktyki fizyki.

1. Podręcznik dla studentów elektroradiologii i medycyny pt. *Podstawy fizyki promieniowania jonizującego i radioterapii dla studentów medycyny i elektroradiologii*, wydany przez Wydawnictwo Collegium Medicum Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Bydgoszcz 2016 [13]
2. Organizacja **X-tego Krajowego Spotkanie Sekcji Radioterapii PTFM 2017**  
Członek komitetu naukowego, przewodniczący komitetu organizacyjnego wydarzenia edukacyjnego pod patronatem PTFM
3. Organizacja **Jesiennej Szkoły Fizyki Medycznej (JSFM) PTFM 2018**  
Przewodniczący komitetu naukowego oraz komitetu organizacyjnego.
4. Organizacja **Jesiennej Szkoły Fizyki Medycznej PTFM 2021**  
Przewodniczący komitetu naukowego oraz komitetu organizacyjnego.
5. Uruchomienie nowatorskiego kierunku studiów (studia dualne) prowadzone wspólnie przez Uniwersytet Kazimierza Wielkiego (UKW) oraz Centrum Onkologii w Bydgoszczy: *Fizyczne podstawy radioterapii i diagnostyki obrazowej – studia licencjackie*.
6. Analiza procesu kształcenia podyplomowego i awansu zawodowego fizyków medycznych w krajach europejskich, która znalazła odzwierciedlenie dwóch publikacjach [11,23]. Wyniki tej analizy w sposób istotny przyczyniły się następnie do przygotowania procesu integracji polskiego systemu kształcenia z rekomendowanym przez EFOMP.

7. Udział w pracach międzynarodowego komitetu powołanego przez EFOMP w celu wypracowania uniwersalnego dla krajów członkowskich Unii Europejskiej modelu kształcenia biofizyki i fizyki medycznej. Rekomendacje zostały opublikowane w artykule pt. A generic curriculum development model for the biomedical physics component of the educational and training programmes of the non-physics healthcare professions [27].
8. Autorstwo rozdziału "*Principles of radiation therapy*" w anglojęzycznej monografii pt. Medical physics : models and technologies in cancer research, wydanej przez wydawnictwo De Gruyter w 2021 roku [28].
9. Organizacja **Jesiennej Szkoły Fizyki Medycznej PTFM 2023**  
Przewodniczący komitetu naukowego oraz komitetu organizacyjnego.
10. Organizacja **Jesiennej Szkoły Fizyki Medycznej PTFM 2025**  
Przewodniczący komitetu naukowego oraz komitetu organizacyjnego.
11. Współudział w organizacji Szkoły Letniej dla doktorantów, która towarzyszyła konferencji **LUMDETR 2021** – więcej informacji na temat Konferencji oraz Szkoły w pkt. 7.3.

#### c) program specjalizacji w dziedzinie fizyka medyczna

Do osiągnięć o charakterze dydaktyczno-edukacyjnym chciałbym zaliczyć również swój udział w pracach zespołu ds. nowelizacji programu specjalizacji w dziedzinie fizyka medyczna, do którego zostałem powołany przez Konsultanta Krajowego w dziedzinie fizyka medyczna jesienią 2023r.

Poniżej link do programu specjalizacji, którego jestem współautorem:

<https://www.cmkp.edu.pl/wp-content/uploads/2023/11/003-Fizyka-Medyczna-program-podstawowy-2023.pdf>

## 7.2 działalność organizacyjna

Od 20-tu lat jestem aktywnym członkiem Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej, pełniąc obecnie funkcję Vice Prezesa Towarzystwa. Dbając o interesy społeczności polskich fizyków medycznych działałem na rzecz uznania obowiązującej w Polsce ścieżki awansu zawodowego za zgodną w europejskimi wymogami. Moja udział w realizacji tego celu polegał na rozpoznaniu różnic, a następnie uzupełnieniu ewentualnych braków w ramach kompetencji posiadanych przez PTFM [29]. Ostatecznie staraniem Zarządu Głównego PTFM i moim własnym (zredagowanie ostatecznego wniosku, uzasadnienia i zreferowanie na forum EFOMP Professional Matters Committee) system kształcenia fizyków medycznych w Polsce został uznany za zgodny z rekomendacjami europejskimi.

Złożenie wniosku zostało poprzedzone zreformowaniem i usystematyzowaniem aktywności dydaktycznych Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej, w których czynnie, jako członek Zarządu Głównego, uczestniczyłem. Jednym z kluczowych elementów reformy było ustrukturyzowanie procesu kształcenia ustawicznego fizyków medycznych posiadających dyplom specjalisty oraz uruchomienie systemu ewaluacji ich dorobku naukowego.

Ustanowiono, na wzór zagranicznych towarzystw, pozycję Eksperta Fizyki Medycznej jako zwieńczenie procesu samokształcenia.

### **7.3 Działalność popularyzująca naukę lub sztukę**

We wrześniu 2021r. Centrum Onkologii w Bydgoszczy razem z Instytutem Fizyki Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego (UKW) zorganizowały w Bydgoszczy prestiżową międzynarodową konferencję *Luminescent Detectors and Transformers of Ionizing Radiation, LUMDETR 2021*, w trakcie której pełniłem funkcję vice-przewodniczącego.

W konferencji wzięło udział blisko 150 uczestników z 22 krajów. Konferencja LUMDETR to międzynarodowe forum fizyków prowadzących badania nad efektywnymi materiałami scyntylacyjnymi i dozymetrycznymi oraz nowatorskimi metodami rejestracji promieniowania jonizującego. Konferencja LUMDETR odbyła się w Polsce po raz pierwszy dzięki staraniom prof. Yuriya Zorenki z UKW jako przewodniczącego konferencji oraz moim własnym jako vice przewodniczącego tego wydarzenia. Konferencja wniosła istotny wkład w rozwój badań w dziedzinie dozymetrii nie tylko bydgoskiej społeczności fizyków - pozwoliła na nawiązanie kontaktów naukowych reprezentantom z kilku polskich ośrodków akademickich z wysokiej klasy naukowcami z całego świata (Szwajcaria, Niemcy, Francja, Włochy, Czechy, Estonia, Litwa, Ukraina i inni) [34].

W ramach konferencji LUMDETR została również zorganizowana Szkoła Letnia dla doktorantów, które prowadzą badania nad materiałami scyntylacyjnymi i dozymetrycznymi. W Szkole udział wzięło 22 doktorantów z 6 państw Europy, a wykłady dla nich prowadziło 12 profesorów z 6 państw Europy, w tym Francji, Włoch, Czech, Estonii, Ukrainy oraz Polski.

## **8. Zainteresowania naukowe i kierunki dalszych badań naukowych**

### **8.1 Mechanizmy oddziaływania promieniowania jonizującego z materią ożywioną**

Od kilkunastu lat współpracuję z Katedrą Roślin Ozdobnych Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich (wcześniej Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy i Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy). Badania prowadzone na tej Uczelni, w których uczestniczę, poświęcone są badaniu mechanizmów oddziaływania promieniowania jonizującego z tkankami roślinnymi [5,25,32,39,48,49,50].

Znaczna część roślin posiada zdolność rozmnażania wegetatywnego, co wydaje się być kluczowym czynnikiem ułatwiającym badanie trwałości zmian genetycznych wszelakiego pochodzenia w kolejnych pokoleniach, w tym również zmian indukowanych ekspozycją na promieniowanie jonizujące. Zmiany zachodzące w subkomórkowych procesach fizjologicznych u roślin są w wielu aspektach analogiczne do zmian zachodzących w komórkach zwierzęcych. Można zatem na podstawie poczynionych obserwacji podjąć próbę predykcji określonych następstw w odniesieniu do komórek człowieka [9,10].

Wśród czynników, których obecność zgodnie z prowadzonymi badaniami wzmogła efekty ekspozycji na promieniowanie, było dla przykładu zanieczyszczenie materiału nanocząstkami metali, m. in. srebra. Jedno z projektowanych przeze mnie obecnie badań naukowych będzie miało za zadanie zbadanie w jaki sposób obecność nanocząstek plastiku

oraz metali ciężkich w tkance zwierzęcej wpływa na rozproszenie promieniowania i zmiany w jego widmie. Jak wynika ze wstępnych analiz uzyskanych na podstawie eksperymentów z roślinami, obecność nanocząstek miała u roślin bezpośredni wpływ na częstość występowania wybranych mutacji powstających pod wpływem ekspozycji na promieniowanie jonizujące. Podobny efekt może wystąpić również w przypadku komórek ludzkich. Weryfikacji podlegać będzie hipoteza, że wprowadzenie określonych nanocząstek w tkankę spowoduje lokalny wzrost jej promieniowrażliwości, co dalej winno przełożyć się na poprawę skuteczności radioterapii.

## **8.2 Kontrola jakości w radioterapii sterowanej obrazem rezonansu magnetycznego**

Z mojej inicjatywy Centrum Onkologii w Bydgoszczy zostało w ostatnim czasie wyposażone w unikatowe narzędzie do radioterapii: akcelerator sprzężony z tomografem rezonansu magnetycznego. To wyjątkowe urządzenie umożliwia realizację radioterapii sterowanej obrazem MRI w czasie rzeczywistym (MRgRT), tj. radioterapię adaptacyjną z bramkowaniem fizjologicznym.

Wśród wielu wyzwań towarzyszących wdrożeniu tej technologii jednym z wciąż oczekujących na optymalizację pozostaje precyzyjna weryfikacja realizowanych rozkładów dawki poprzez pomiar dozymetryczny. Dostępne na rynku rozwiązania dedykowane procedurom radioterapii konwencjonalnej nie mogą zostać zastosowane w obecności pola magnetycznego (1.5 T) lub działają z istotnymi ograniczeniami.

Jednym z ostatnich zamierzeń naukowo-badawczych, jakie postawiłem przed sobą oraz kierowanym zespołem, jest skonstruowanie aktywnych optycznie matryc przeznaczonych do weryfikacji dawki w technice MRgRT. Zamierzamy do realizacji tego celu wykorzystać doświadczenie zdobyte w trakcie prac związanych z wykorzystaniem kryształów granatów oraz innych materiałów tlenkowych w dozymetrii klinicznej. Wpływ pola magnetycznego na proces scyntylacji nie został jeszcze dostatecznie zbadany i najprawdopodobniej będzie wymagał modyfikacji warunków wzrostu kryształów. Brak elektroniki oraz elementów ferromagnetycznych w projektowanej matrycy daje nadzieje na skonstruowanie urządzenia o dużej rozdzielczości przestrzennej, które bez zakłóceń będzie mogło pracować w polu magnetycznym jakie występuje w bunkrze terapeutycznym.

## **8.3 Terapia borowo-neutronowa**

Do rutynowej realizacji procedur terapeutycznych techniką BNCT jest jeszcze wciąż bardzo daleko. Prace badawcze prowadzone są przez zespoły z całego świata równolegle w kilku zasadniczych obszarach: skanowanie pacjenta z intencją oceny koncentracji boru, radiobiologia wiązek mieszanych (jednoczasowa ekspozycja na cząstki alfa, jony oraz promieniowanie gamma), dozymetria wiązki, kontrola jakości oraz planowanie terapii wraz z optymalizacją tego procesu.

Wcześniej (pkt.5.3.5) opisałem swój udział w badaniach nad wielowarstwowymi detektorami krystalicznymi wykorzystującymi technologię FOD. Przedmiotowe detektory znajdują bezpośrednie zastosowanie w procedurach kontroli jakości BNCT i, w szczególnych przypadkach, pomiaru dawki in vivo. Z uwagi jednak na ograniczony zasięg cząstek alfa oraz innych jonów generowanych w trakcie zderzania termicznych neutronów z materią (tkanką), dawka na powierzchni będzie mogła zostać zarejestrowana również przy użyciu konwencjonalnych detektorów promieniowania gamma.

Założenia do powstającego w naszym zespole systemu planowania leczenia prezentowałem wielokrotnie, m. in. podczas warsztatów „BNCT – jeszcze bliżej pacjenta” prowadzonych w dniach 6-7.02 2020r. na Politechnice Gdańskiej oraz podczas 20th International Congress on Neutron Capture Therapy w Krakowie ( J. Winięcki, S. Nowakowski, Y. Zorenko, R. Długosz, The Concept of Treatment Planning System for BNCT, ICNCT Kraków 2024). Pierwsze wypracowane, uproszczone modele matematyczne służące m. in. do wyodrębniania (okonturowania) obszarów nasączonych związkami boru, zostały już opublikowane [52]. Moja koncepcja systemu planowania zakłada wstępną optymalizację geometrii wiązki (wiązek) neutronowej w oparciu typowe rekonstrukcje anatomiczne wykorzystywane w konwencjonalnej radioterapii (CT, MRI) otrzymywane przed podaniem nośników boru. Symulacja rozkładu dawki natomiast, dla poszczególnych wiązek będzie wykonywana w oparciu o skany wykonane po iniekcji, w momencie maksymalnej koncentracji boru. W wyniku współpracy z Narodowym Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) w Otwocku oraz Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) w Heidelbergu dysponujemy już pierwszymi punktowymi modelami dystrybucji cząstek wtórnych (tzw. kerneli) generowanych w skutek kolizji neutronów z jądrami B<sup>10</sup>, ale również węgla, tlenu, azotu, tlenu i żelaza, z których zbudowana jest tkanka ludzka. W następnym kroku rozkład dawki (również biologicznej) będzie obliczany jako superpozycja kerneli składowych z uwzględnieniem składu chemicznego tkanek i intensywności wiązki neutronów. Ostateczna walidacja algorytmów przeprowadzona zostanie przy użyciu fantomów tkankopodobnych, z wykorzystaniem opracowanych wcześniej detektorów FOD.

#### **8.4 Dozymetria biologiczna przy zastosowaniu spektroskopii rezonansu magnetycznego**

Uruchomienie terapii MRgRT realizowanej na akceleratorze Linac-MR daje wyjątkową możliwość obserwacji krótkotrwałych jakościowych zmian widma MRI bezpośrednio indukowanych zdeponowaną dawką. Spektrometria MR (ang. Magnetic Resonance Spectroscopy) jest obecnie jednym z podstawowych narzędzi służących do rozpoznawania obszarów podejrzanych o obecność mikroognisk nowotworowych. Aktywny proces nowotworowy diagnozowany jest w sposób pośredni poprzez detekcję specyficznych sygnałów właściwych dla metabolitów wydzielanych przez komórki nowotworowe bądź dla produktów rozpadu komórkowego towarzyszących apoptozie. MRS znalazło wiele zastosowań diagnostycznych polegających na wykazaniu deficytu lub nadmiarze bioaktywnych substancji w tkankach, skutkujących określoną dysfunkcją (np. niedokonana mielinizacja w diagnozowaniu schorzeń neurologicznych u dzieci). Jednym z rozważanych przeze mnie badań naukowych jest korelacja zmian widma MRS w zestawieniu z dawką pochłoniętą przez napromieniane tkanki (dozymetria „in vivo” w MRgRT). To hipotetyczne rozwiązanie, jeśli okazałoby się praktycznie stosowalne w warunkach klinicznych, stanowiłoby bezpośrednią kontynuację prowadzonych dotąd przeze mnie badań naukowych zmierzających do poprawy jakości w radioterapii.

### **9. Piśmiennictwo**

Poniżej przedstawiam wykaz publikacji naukowych oraz wystąpień konferencyjnych dokumentujących moją pracę naukowo-badawczą. Wymienione publikacje dokumentują moją aktywność bezpośrednio, bądź pośrednio wpływającą na poprawę jakości radioterapii.

- a) Publikacje przed uzyskaniem stopnia doktora

1. Morgaś T., Drzewiecka B., Winiecki J., Weryfikacja fluencji IMRT przy użyciu algorytmu GAMMA – doświadczenia własne, Reports of Practical Oncology & Radiotherapy, Volume 8, Supplement 2, 2003, 340-S341
2. Morgaś T., Drzewiecka B., Winiecki J., Weryfikacja fluencji IMRT przy użyciu algorytmu GAMMA – doświadczenia własne, Reports of Practical Oncology & Radiotherapy, Volume 8, Supplement 2, 2003, 340-S341
3. Morgaś T., Drzewiecka B., Winiecki J., Majewska K., Zapewnienie jakości w technice dIMRT w Centrum Onkologii w Bydgoszczy, Reports of Practical Oncology & Radiotherapy, Volume 9, Supplement 2, 2004, 297-S298
4. Winiecki J., Morgaś T., Majewska K., Drzewiecka B., The gamma evaluation method as a routine QA procedure of IMRT, Reports of Practical Oncology & Radiotherapy, Volume 14, Issue 5, 2009, 162-168
5. Zalewska M., Miler N., Tymoszek A., Drzewiecka B., Winiecki J. RESULTS OF MUTATION BREEDING ACTIVITY ON *Chrysanthemum × grandiflorum* (Ramat.) Kitam. EJPAU 2010: Vol 13(4), #27.
6. Winiecki J., Żurawski Z., Drzewiecka B., Śłosarek K., Anatomy-corresponding method of IMRT verification, Reports of Practical Oncology & Radiotherapy, Volume 16, Issue 1, 2011, 1-9

b) Publikacje po uzyskaniu stopnia doktora

7. Dybek M., Winiecki J., Iwanicki T., Janiszewska M., Kabat D., Kukołowicz P., Litoborski M., Minczewska J., Raczkowski M.: Kontrola systemów planowania leczenia 3D w radioterapii wiązkami zewnętrznymi fotonów i elektronów, Polish Journal of Medical Physics and Engineering, Polskie Towarzystwo Fizyki Medycznej, vol. 20, nr 1, 2014, s. 1-32, DOI:10.2478/pjmpe-2014-0001
8. Grządziel A., Bekman B., Winiecki J., Śłosarek K.: Przegląd metod weryfikacji konformalnych planów radioterapeutycznych, Inżynier i Fizyk Medyczny, INDYGO Zahir Media, vol. 4, nr 2, 2015, s. 99-105
9. Białkowska A., Trzcińska M., Gackowska L., Kubiszewska I., Koczorowska-Górniewska A.M., Żyromska A., Winiecki J., Brożyna Anna A., Jóźwicki W., Zdzienicka M.Z.: A radiosensitive SCID patient with unique phenotype associated with defective homologous recombination DNA repair process, Współczesna Onkologia, Termedia Publishing House, vol. 19 suppl. 1, 2015, s. 4
10. Romanowska M., Bugajska M., Paczesny Ł., Winiecki J., Roszkowski K., Bajek A.: Wpływ wybranych dawek radioterapii na komórki układu chrzęstno-stawowego, badanie in vitro, 92 s., 2016, 7 Konferencja "Postępy w Badaniach Biomedycznych", streszczenie
11. Winiecki J., Majewska K., Nowakowski S.: Status fizyka medycznego w krajach Unii Europejskiej : rola, odpowiedzialność oraz wymagane kompetencje - na podstawie rekomendacji EFOMP: Recommendations on Medical Physics Education and Training in Europe , Inżynier i Fizyk Medyczny, INDYGO Zahir Media, vol. 5, nr 5, 2016, s. 305-310
12. Winiecki J.: Radioterapia bez tajemnic, OnkoMED, nr 1, 2016, s. 12-15
13. Winiecki Janusz: Podstawy fizyki promieniowania jonizującego i radioterapii dla studentów medycyny i elektroradiologii, 2016, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, ISBN 978-83-946672-0-7, 126 s. PODRĘCZNIK
14. Paprocki K., Winiecki J., Kabacińska R., Przegiętka K., Szybowicz M., Fabisiak K.: Thermoluminescence properties of undoped diamond films deposited using HF CVD

- technique, *Materials Science-Poland, Politechnika Wrocawska*, vol. 35, nr 4, 2017, s. 785-790, DOI:10.1515/msp-2017-0103
15. Kabacińska R., Winięcki J., Przegiętka K., Szybowicz M., Fabisiak K., Paprocki K.: Chemically vapor deposited diamond films as dosimetric material for potential clinical applications, *Materials Science-Poland, Politechnika Wrocawska*, vol. 35, nr 4, 2017, s. 702-706, DOI:10.1515/msp-2018-0002
  16. Winięcki J., Orzechowska A., Maleszka S., Biedka M., Wiśniewski T., Nowakowski S., Makarewicz R.: Visualization of dose distribution in intraoperative electron beam radiotherapy based on ultrasound images, *Journal of BUON*, vol. 24, nr 6, 2019, s. 2570-2576
  17. Wiśniewski T., Winięcki J., Makarewicz R., Żekanowska E.: The effect of radiotherapy and hormone therapy on osteopontin concentrations in prostate cancer patients, *Journal of BUON*, vol. 25, nr 1, 2020, s. 527-530
  18. Wiercińska J., Winięcki J., Wronczewska A., Lebioda A., Pławski K., Rhone P., Makarewicz R.: The use of hyaluronic acid hydrogel as a tumour bed marker in breast-conserving therapy, *Radiotherapy and Oncology*, vol. 152, 2020, s. 8-13, DOI:10.1016/j.radonc.2020.07.041
  19. Paprocki K., Fabisiak K., Łoś S., Winięcki J., Malinowski P., Fabisiak R., Franków W.: Morphological, cathodoluminescence and thermoluminescence studies of defects in diamond films grown by HF CVD technique, *Optical Materials*, vol. 99, nr 109506., 2020, DOI:10.1016/j.optmat.2019.109506
  20. Fabisiak K., Łoś S., Paprocki K., Szybowicz M., Winięcki J., Dychalska A.: Orientation dependence of cathodoluminescence and photoluminescence spectroscopy of defects in chemical-vapor-deposited diamond microcrystal, *Materials, MDPI AG*, vol. 13, nr 23, 2020, 1-10; DOI:10.3390/ma13235446
  21. Biedka M., Winięcki J., Nowikiewicz T., Makarewicz A.: The outcomes of extended field radiotherapy in patients with para-aortic lymph node metastases of uterine cancer, *American Journal of Biomedical Science & Research*, vol. 8, nr 2, 2020, s. 154-160, DOI:10.34297/AJBSR.2020.08.001258
  22. Biedka M., Winięcki J., Nowikiewicz T., Makarewicz A.: The Outcomes of extended field radiotherapy in patients with para-aortic lymph node metastases of cervical cancer, *Gynecology and Obstetrics*, vol. 10, nr 3, 2020, 1-7
  23. Winięcki J., Piotrowski T., Śłosarek K.: Medical physics education and training in Poland, *Medical Physics International, International Organization of Medical Physics (IOMP)*, vol. 9, nr 2, 2021, s. 168-170
  24. Styczyński J., Dębski R., Czyżewski K., Roszkowski K., Winięcki J., Łęcka M., Konieczek J., Gałązka P., Pogorzala M., Richert-Przygońska M.: Acute lymphoblastic leukemia in children: better transplant outcomes after total body irradiation-based conditioning, *In Vivo*, vol. 35, nr 6, 2021, s. 3315-3320, DOI:10.21873/invivo.12627
  25. Miler N., Jędrzejczyk I., Jakubowski S., Winięcki J.: Ovaries of chrysanthemum irradiated with high-energy photons and high-energy electrons can regenerate plants with novel traits, *Agronomy, MDPI AG*, vol. 11, nr 6, 2021, 1-20; DOI:10.3390/agronomy11061111
  26. Kuzba-Kryszak T., Nowakowski S., Winięcki J., Makarewicz R.: Comparative analysis of the absorbed dose in the heart and anterior descending branch of the left coronary artery (LAD) in patients with left-sided breast cancer who received radiotherapy using 3D-CRT, IMRT and VMAT techniques, *Journal of BUON*, vol. 26, nr 3, 2021, s. 753-758
  27. Caruana C.J., Karenauskaite V., Mornstein V., Vano E., Pace E., Lammertsma A.A., Maas A.J.J., Bert C., Byrne B., Winięcki J.: A generic curriculum development model for the biomedical physics component of the educational and training programmes of the non-

- physics healthcare professions, *Physica Medica*, vol. 85, 2021, s. 32-41, DOI:10.1016/j.ejmp.2021.04.015
28. Winięcki J.: Principles of radiation therapy, W: *Medical physics : models and technologies in cancer research* / Bajek Anna, Tylkowski Bartosz (red.), 2021, Walter de Gruyter (Sciendo), ISBN 978-3-11-066229-0, s. 51-79, DOI:10.1515/9783110662306-003
29. Winięcki J., Piotrowski T., Ślosarek K.: Proces specjalizacji fizyków medycznych w Polsce na tle pozostałych krajów unijnych, *Inżynier i Fizyk Medyczny, INDYGO Zahir Media*, vol. 11, nr 1, 2022, s. 15-18
30. Winięcki J.: Principles of radiation therapy, *Physical Sciences Reviews*, vol. 7, nr 12, 2022, s. 1501-1528, DOI:10.1515/psr-2019-0063
31. Winięcki J., Witkiewicz-Lukaszek S., Michalska-Górecka P., Jakubowski S., Nizhankovskiy S., Zorenko Y.: Basic characteristics of dose distributions of photons beam for radiotherapeutic applications using YAG:Ce crystal detectors, *Materials, MDPIAG*, vol. 15, nr 21, 2022, Numer artykułu: 7861, s. 1-12, DOI:10.3390/ma15217861
32. Kulus D., Tymoszek A., Jędrzejczyk I., Winięcki J.: Gold nanoparticles and electromagnetic irradiation in tissue culture systems of bleeding heart: biochemical, physiological, and (cyto)genetic effects, *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, vol. 149, nr 3, 2022, s. 715-734, DOI:10.1007/s11240-022-02236-1
33. Graczyk K., Rumak M., Kruszyna-Mochalska M., Winięcki J.: Praktyczne aspekty dozymetrii filmowej w radioterapii : wykorzystanie filmów radiochromowych, *Inżynier i Fizyk Medyczny, INDYGO Zahir Media*, vol. 11, nr 2, 2022, s. 171-180
34. Zorenko Y., Fabisiak K., Winięcki J.: Special issues of “Materials for luminescent detectors and transformers of ionizing radiation”, *Materials, MDPIAG*, vol. 16, nr 9, 2023, Numer artykułu: 3319, s. 1-3, DOI:10.3390/ma16093319
35. Ślosarek K., Gądek A., Reudelsdorf-Ullmann M., Sroka Ł., Winięcki J.: The prototype of EPID-based in vivo dose verification for VMAT treatments in patients with prostate cancer, *Nowotwory Journal of Oncology*, vol. 73, nr 1, 2023, s. 10-17, DOI:10.5603/NJO.a2023.0002.
36. Ślosarek K., Gądek A., Reudelsdorf-Ullmann M., Sroka Ł., Winięcki J.: The prototype of EPID-based in vivo dose verification for VMAT treatments in patients with prostate cancer, *Biuletyn Polskiego Towarzystwa Onkologicznego NOWOTWORY*, vol. 8, nr 1, 2023, s. 10-17, DOI:10.5603/NJO.a2023.0002
37. Racka I., Majewska K., Winięcki J.: Three-dimensional conformal radiotherapy (3D-CRT) vs. volumetric modulated arc therapy (VMAT) in deep inspiration breath-hold (DIBH) technique in left-sided breast cancer patients—comparative analysis of dose distribution and estimation of projected secondary cancer risk, *Strahlentherapie und Onkologie*, vol. 199, nr 1, 2023, s. 90-101, DOI:10.1007/s00066-022-01979-2
38. Racka I., Majewska K., Winięcki J., Kiluk K.: Hybrid planning techniques for early-stage left-sided breast cancer: dose distribution analysis and estimation of projected secondary cancer-relative risk, *Acta Oncologica*, vol. 62, nr 8, 2023, s. 932-941, DOI:10.1080/0284186x.2023.2238553
39. Miler N., Jędrzejczyk I., Trafara P., Winięcki J.: Effect of high-energy ionizing radiation on the DNA content and genetic variation in chrysanthemum plants regenerated from irradiated ovaries, *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus Horticulture*, vol. 22, nr 4, 2023, s. 117-134, DOI:10.24326/asphc.2023.4912
40. Majewska K., Racka I., Winięcki J., Makarewicz R., Żyromska A.: Korzyści i ograniczenia nowoczesnych metod radioterapii. Porównanie metod dynamicznych IMRT i VMAT w n apromienianiu chorych na raka gruczołu krokowego, *Inżynier i Fizyk Medyczny, INDYGO Zahir Media*, vol. 12, nr 5, 2023, s. 387-393

41. Licznarski P., Lema-Rumińska J., Michałowska E., Tymoszuć A., Winięcki J.: Effect of X-rays on Seedling Pigment, Biochemical Profile, and Molecular Variability in *Astrophytum* spp, *Agronomy*, MDPI AG, vol. 13, nr 11, 2023, Numer artykuću: 2732, s. 1-9, DOI:10.3390/agronomy13112732
42. Gerasymov I., Witkiewicz-Łukaszek S., Zorenko T., Bartosiewicz K., Zorenko Y., Winięcki J., Kofanov D., Boyaryntseva Ya., Tkachenko S., Arhipov P.: Effects of codoping with divalent cations on performance of YAG:Ce,C scintillator, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, IEEE Nuclear and Plasma Sciences Society, vol. 70, nr 7, 2023, s. 1362-1369, DOI:10.1109/tns.2023.3270320
43. Witkiewicz-Łukaszek S., Gorbenko V., Zorenko T., Pejchal J., Mares J.A., Kucerkova R., Beitlerova A., Nikl M., Sidletskiy O., Winięcki J.: Three-layered composite scintillator based on the epitaxial structures of YAG and LuAG garnets doped with Ce 3+ and Sc 3+ impurities, *Materials*, MDPIAG, vol. 17, nr 16, 2024, Numer artykuću: 4025, s. 1-14, DOI:10.3390/ma17164025
44. Witkiewicz-Łukaszek S., Winięcki J., Michalska P., Jakubowski S., Sidletskiy O., Zorenko Y.: Investigation of X-rays beams uniformity in radiotherapeutic tumor treatment procedure using LuAG:Ce crystal detectors, *Materials*, MDPIAG, vol. 17, nr 16, 2024, Numer artykuću: 4016, s. 1-14, DOI:10.3390/ma17164016
45. Syrotych Y., Gorbenko V., Pejchal J., Kucerkova R., Mares J., Nikl M., Kamada K., Yoshikawa A., Fedorov A., Winięcki J.: Two- and three-layered composite scintillators based on the Ce 3+ -doped GAGG and TbAG garnets for the simultaneous registration of various types of ionizing radiation, *Crystal Growth & Design*, American Chemical Society, vol. 24, nr 17, 2024, s. 6954-6964, DOI:10.1021/acs.cgd.4c00252
46. Sobiech B., Winięcki J., Witkiewicz-Łukaszek S., Zorenko Y., Makarewicz R., Wróbel P.: In vivo measurement of radiation dose during brachytherapy treatment using scintillation detectors, *Polish Journal of Medical Physics and Engineering*, Polskie Towarzystwo Fizyki Medycznej, vol. 30, nr 4, 2024, s. 289-293, DOI:10.2478/pjmpe-2024-0036
47. Biedka-Paluch M., Biedka P., Winięcki J.: Therapeutic implications of narrow or positive surgical margins in head and neck tumors, *Acta Elbingensia*, vol. 51, nr 1, 2024, s. 44-51, DOI:10.61785/ael/195121
48. Wajer K., Miler N., Winięcki J., Wiśniewska N.: Wpływ promieniowania jonizującego na regenerację in vitro oraz zmienność genetyczną u przetacznika (*Veronica*), W: XXII Konferencja "Biotechnologia na Politechnice Bydgoskiej a wyzwania współczesnego świata", Bydgoszcz, 13 czerwca 2024 : streszczenia / Górská Aleksandra, Fereni-Morzyńska Patrycja (red.), 2024, Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Bydgoskiej, ISBN 978-83-66530-30-0, s. 26-26
49. Streich M., Miler N., Winięcki J., Wiśniewska N.: Zastosowanie wysokoenergetycznych fotonów w indukowanej mutagenezie u przetacznika (*Veronica*) rozmnażanego in vitro , W: XXII Konferencja "Biotechnologia na Politechnice Bydgoskiej a wyzwania współczesnego świata", Bydgoszcz, 13 czerwca 2024 : streszczenia / Górská Aleksandra, Fereni-Morzyńska Patrycja (red.), 2024, Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Bydgoskiej, ISBN 978-83-66530-30-0, s. 25-25
50. Miler N., Michalik A., Winięcki J., Wiśniewska N., Zielińska A., Michas S., Wajer K., Streich M.: Micropropagation, acclimatization and in vitro mutation breeding of ornamental perennial *Veronica* hybrid, W: XIV International Symposium on Flower Bulbs and Herbaceous Perennials. April 14-19, Warsaw, Poland : Flower Bulbs 2024. Book of abstracts / Marat Monika [i in.] (red.), Numer artykuću: P-15, 2024, Warsaw University of Life Sciences, s. 55-55

51. Gorbenko V., Zorenko T., Witkiewicz-Łukaszek S., Sobiech B., Bilski P., Gryziński M., Winięcki J., Zorenko Y.: Composite detectors as a beneficial tool for dose measurements of secondary radiation in boron neutron capture therapy, *Applied Radiation and Isotopes*, vol. 220, 2025, Numer artykułu: 111726, s. 1-8, DOI:10.1016/j.apradiso.2025.111726
52. Długosz Z., Długosz M., Rajewski M., Bogacki P., Śniatkowska A., Winięcki J., Talaśka T., Bartkowska-Śniatkowska A., Długosz R.: A computationally optimized procedure based on discrete wavelet transform supporting analysis of medical images, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, vol. 472, 2026, Numer artykułu: 116774, s. 1-14, DOI:10.1016/j.cam.2025.116774
53. Witkiewicz-Łukaszek, S.; Sobiech, B.; Winięcki, J.; Zorenko, Y. Real-Time Dose Measurement in Brachytherapy Using Scintillation Detectors Based on Ce<sup>3+</sup>-Doped Garnet Crystals. *Crystals* 2025, 15, 669. DOI:10.3390/cryst15080669
54. Piotrowski T., Zawadzka A., Winięcki J. [et al.], Adaptive radiation therapy in practice : classification and technical insights from Polish Society of Medical Physics experts, *Polish Journal of Medical Physics and Engineering*, 2025, vol. 31, no. 3, pp.171-177. DOI:10.2478/pjmpe-2025-0020
55. Witkiewicz Łukaszek S., Winięcki J., Sobiech B., Akselrod M., Zorenko Y.: In Situ Dose Measurements in Brachytherapy Using Scintillation Detectors Based on the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:C, ADO<sub>3</sub>:C,Mg, and GAGG:Ce Crystals, *Materials*, MDPIAG, vol. 19, nr 1,2026, Numer artykułu: 45, s. 1-14, DOI: 10.3390/ma19010045

## 11. Inne ważne informacje dotyczące kariery zawodowej

- 1) Jestem Konsultantem Wojewódzkim w dziedzinie fizyka medyczna dla województwa kujawsko-pomorskiego.
- 2) Jestem edytorem tematycznym (Associate Editor) w czasopiśmie branżowym *Polish Journal of Medical Physics and Engineering*
- 3) Jestem członkiem *Professional Matters Committee* Europejskiej Federacji Towarzystw Fizyki Medycznej (EFOMP) – komitetu opiniującego programy kształcenia podyplomowego fizyków medycznych w Unii Europejskiej.
- 4) Jestem vice-prezesem Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej
- 5) W latach 2012- 2015 współpracowałem z Polskim Centrum Akredytacji w charakterze eksperta w dziedzinie dozymetrii klinicznej i radiochemii.

## 12. Inne ważne informacje dotyczące kariery zawodowej

Moja aktywność zawodowa oraz naukowo-badawcza odbywa się w bardzo wymagającej dziedzinie medycyny, którą jest *radioterapia*. Stosowanie promieniowania jonizującego różnego rodzaju w celach terapeutycznych narzuca szczególne, niewątpliwie trudne w realizacji, wymagania gwarantujące bezpieczne stosowanie tego promieniowania do leczenia chorób nowotworowych.

Dynamiczny rozwój technologii dostarczania dawki stanowi silny bodziec do podejmowania aktywności naukowo-badawczej oraz organizacyjnej ukierunkowanej na konstruowanie nowoczesnych metod kontrolno-pomiarowych, gwarantujących skuteczną i bezpieczną realizację procedur medycznych.

Odwołując się do wybranych aktywności zawodowych, naukowych i organizacyjnych wymienionych w niniejszym autoreferacie, starałem się wykazać moje pełne zaangażowanie w rozwój nauk medycznych oraz fizyki medycznej.