

Prof. dr hab. Marcin Kruszewski  
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej  
ul. Dorodna 16, 03-195 Warszawa

### Ocena

**osiągnięcia naukowego pt. „Modelowanie odpowiedzi organizmu na poziomie komórkowym na niskie dawki promieniowania jonizującego”, aktywności naukowej, dydaktycznej i popularyzatorskiej dra inż. Krzysztofa Wojciecha Fornalskiego w związku z ubieganiem się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.**

#### 1. Ocena formalna

Podstawa prawna:

1. Wniosek dra inż. Krzysztofa W. Fornalskiego z dnia 14.12.2022 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w naukach ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.
2. Uchwała nr 8/2023 Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Fizyczne Politechniki Warszawskiej z dnia 30 marca 2023 r.

Oceny osiągnięć naukowych dr inż. K. W. Fornalskiego dokonałem w oparciu o nadesłaną dokumentację:

1. Autoreferat.
2. Wykaz osiągnięć naukowych.
3. Odbitki 10 publikacji wchodzących w skład osiągnięcia
4. Oświadczenia współautorów publikacji.
5. Kopia dyplomu doktorskiego,
6. Analiza bibliometryczna, oraz
7. publikacje Kandydata dostępne w bazach danych PubMed, Web of Science i Scopus.

Dokumentacja spełnia wymogi ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2020 poz. 85), uchwały 66/L/2020 Senatu Politechniki Warszawskiej z dnia 16 grudnia 2020 r. w sprawie szczegółowego trybu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, zasad ustalania wysokości opłaty za

postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego oraz zwalniania z niej i sposobu wyznaczania członków komisji habilitacyjnej oraz rekomendacji Rady Doskonałości Naukowej w sprawie postępowań dotyczących nadawania stopnia doktora habilitowanego (aktualizacja 17 lutego 2023).

## **2. Sylwetka naukowa**

Dr inż. Krzysztof W. Fornalski jest absolwentem Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej, gdzie uzyskał stopień magistra inżyniera na kierunku fizyka techniczna/fizyka komputerowa. Po ukończeniu studiów podjął studia doktoranckie w Narodowym Centrum Badań Jądrowych, zakończone uzyskaniem stopnia doktora nauk fizycznych w dziedzinie fizyka jądrowa za rozprawę pod tytułem „Analiza wybranych danych dotyczących wpływu niskich dawek promieniowania jonizującego na organizmy” (promotor: prof. dr hab. L. Dobrzyński). W roku 2008 podjął dwuletnie studia podyplomowe w Wyższej Inżynierskiej Szkole Bezpieczeństwa i Organizacji Pracy w Radomiu na kierunku audyt energetyczny. Od 2019 pracuje jako wolontariusz w Narodowym Centrum Badań Jądrowych, a od 2022 został zatrudniony na Wydziale Fizyki, Politechniki Warszawskiej na stanowisku adiunkta.

## **3. Ocena osiągnięć naukowych stanowiących podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne.**

Główne osiągnięcie naukowe dr Fornalskiego pt. „*Modelowanie odpowiedzi organizmu na poziomie komórkowym na niskie dawki promieniowania jonizującego*” składa się z 10 publikacji: [H01] Fornalski K.W. Int. J. Low Rad. 9, 2014, 370-395. czasopismo spoza listy JCR), MNiSW 0 pkt Liczba cytowań 0; [H02] Dobrzyński L., Fornalski K.W., Socol Y., Reszczyńska J.M. Radiat. Res. 186, 2016, 396-406. JIF 2,539, MNiSW 35 pkt (MNiSW<sub>2021</sub> 70 pkt) , Liczba cytowań 11; [H03] Fornalski K.W., i wsp., w Ainsbury E., Calle M., Cardis E., Einbeck J., Gómez G., Puig P. (eds) Extended Abstracts Fall 2015. Trends in Mathematics, 7, 35 subseries: Research Perspectives CRM Barcelona (Springer) 2017, 95-101, DOI: 10.1007/978-3-319-55639-0\_16 (materiał pokonferencyjny – rozdział w monografii) MNiSW 0 pkt (w roku 2021 na liście monografii – wyd. Springer) Liczba cytowań 0; [H04] Dobrzyński L., Fornalski K.W., Reszczyńska J., Janiak M.K. Dose-Response, 17, 2019, 1-19. JIF 2,438 , MNiSW 70 pkt. Liczba cytowań 6; [H05] Fornalski K.W. Physical Review E, 99, 2019, 22139, 2019. JIF 2,296 MNiSW 140 pkt, Liczba cytowań 3; [H06] Fornalski K.W., i wsp., Acta Phys. Pol. A, 138, 257-265, 2020, JIF 0,577, MNiSW 40 Liczba cytowań 5; [H07] Fornalski K.W., Dobrzyński L. Radiat. Environ. Biophys. 61,

2022, 169–175 JIF<sub>2021</sub> 2,017 MNiSW 70 pkt. Liczba cytowań 4; [H08] Fornalski K.W., i wsp., Radiat. Environ. Biophys. 61, 2022, 221–239 JIF<sub>2021</sub> 2,017 MNiSW 70 pkt. Liczba cytowań 3; [H09] Fornalski K.W. ‘Radioadaptation and radioresistance during deep space travels’. J. Space Safety Eng., 9, 2022, 385-389, czasopismo spoza listy JCR, MNiSW 0 pkt, Liczba cytowań 0; [H10] Fornalski K.W., i wsp., Dose-Response, 2022, in-press, DOI: 10.1177/15593258221138506 JIF<sub>2021</sub> 2,623, MNiSW 70 pkt Liczba cytowań 0.

Publikacje stanowią zbliżoną tematycznie całość, poświęconą zastosowaniu modelowania matematycznego do opisu odpowiedzi komórek na promieniowanie jonizujące, przede wszystkim odpowiedzi adaptacyjnej, oraz próbom matematycznego opisanie złożonych procesów biologicznych, tj. transformacja nowotworowa czy wzrost nowotworu. Celem podjętych działań jest zrozumienie procesów zachodzących w komórkach eukariotycznych poddanych działaniu niskich dawek promieniowania, a ich rezultaty niewątpliwie przyczynią się do lepszej oceny ryzyka radiacyjnego.

Punktem wyjścia prowadzonych analiz jest zmodyfikowany model Monte-Carlo opracowany przez dra Fornalskiego i współpracowników [H01, H10]. Zmodyfikowany model ma strukturę trójwymiarową z zaimplementowaną techniką drzewa prawdopodobieństwa. Każdy element macierzy może przyjmować jeden z 4 do 10 stanów opisanych osobnymi funkcjami prawdopodobieństwa. Największą zaletą modelu jest oparcie funkcji prawdopodobieństwa opisującej stan danego elementu macierzy o rzeczywiste wyniki eksperymentalne dla limfocytów krwi obwodowej dostępne w literaturze. Opracowany model ma charakter ogólny, a stany opisujące los poszczególnych komórek nie wnikają w mechanizmy subkomórkowe, a opisują jedynie efekt końcowy. Z drugiej strony model uwzględnia interakcje jakie mogą zachodzić pomiędzy jego poszczególnymi elementami, np. stan „bystander effect” zakłada sygnalizację komórki napromienionej do sąsiednich komórek nienapromienionych. Dzięki swojej ogólności model ten nadaje się do opisu zasadniczo dowolnego typu komórek eukariotycznych, a uwzględnienie różnych „stanów komórki” umożliwia modelowanie różnych zjawisk biologicznych. Jednocześnie model ma charakter otwarty i umożliwia dowolne modyfikacje wybranych fragmentów drzewa prawdopodobieństw, np. uszczegółowienie elementów modelu na głębszym poziomie złożoności, co bardzo zwiększa jego uniwersalność. Możliwe jest też wyizolowanie poszczególnych gałęzi drzewa prawdopodobieństw [H03] i budowanie osobnych modeli analitycznych, które omawiane są w dalszej części osiągnięcia.

Jednym ze zjawisk radiobiologicznych do opisu których dr Fornalski użył swojego modelu jest radiacyjna odpowiedź adaptacyjna. Odpowiedź adaptacyjna to zjawisko polegające

na zmniejszeniu efektu biologicznego dużej dawki promieniowania, przez wcześniejszą ekspozycję na małe dawki promieniowania lub małe moce dawek. Zjawisko to zależy od wartości dawki, jej mocy i czasu pomiędzy dawkami. W pracach [H01, H02, H03, H04] dr Fornalski zastosował opracowany przez siebie model do opisu tego zjawiska w oparciu o podejście prof. Feinendengena, który zaproponował, żeby radiacyjną odpowiedź adaptacyjną opisywać dwoma funkcjami prawdopodobieństwa, jedna zależną od dawki i drugą zależną od czasu. Dr Fornalski rozwinął to podejście proponując jedną funkcję prawdopodobieństwa łączącą obie funkcje Feinendengena [H01, H03, H04]. Funkcja ta zależy od dawki i od czasu, uwzględniając jednocześnie rozkład mocy dawki, co daje możliwość modelowania sytuacji od jednorazowego napromienienia w czasie pomijalnie małym, do napromienienia chronicznego z określoną mocą dawki. Takie podejście metodyczne było następnie testowane dla różnych sytuacji empirycznych. Najprostsza z nich, znana jako efekt dawki poprzedzającej (ang. priming dose effect), zwana także efektem Rapera-Yonezawy lub efektem Yonezawy, opisuje sytuację w której odpowiedź adaptacyjna indukowana jest przez napromienienie pojedynczą, niską dawką promieniowania, a efekt sprawdzany jest przez napromienienie drugą wysoką dawką promieniowania. Podejście takie nazwałbym klasycznym i wywodzi się jeszcze z badań prowadzonych w latach 40-tych ubiegłego wieku. W pracy [H08] dr Fornalski wraz ze współpracownikami podjął próbę modelowania tego efektu w oparciu o model odpowiedzi adaptacyjnej dla mutacji. Wyniki otrzymane przy pomocy zaproponowanego modelu porównano z wynikami eksperymentalnymi uzyskanymi w doświadczeniach z ludzkimi limfocytami *in vitro* i w doświadczeniach na modelu mysim. Uzyskano dobrą zgodność między wynikami przewidywanymi a wynikami eksperymentów, co więcej model pozwolił przewidzieć, że silna odpowiedź adaptacyjna skorelowana jest z dużą opornością na promieniowanie, co także zgodne jest z wynikami doświadczalnymi.

Drugą sytuacją radiobiologiczną do opisu której dr Fornalski wykorzystał swój model odpowiedzi adaptacyjnej jest odpowiedź adaptacyjna dla stałej mocy dawki [H09]. Sytuacja taka występuje w naturze na obszarach o podwyższonym poziomie tła, a dane epidemiologiczne sugerują, że mieszkańcy takich terenów wskazują radioadaptację. Wyniki otrzymane w wyniku takich symulacji mają duże znaczenie praktyczne, ponieważ pozwalają oszacować ryzyko występujące w czasie długotrwałych misji kosmicznych. Wyniki modelowania wskazują na największe prawdopodobieństwo wystąpienia odpowiedzi adaptacyjnej z zakresie dawek 10-40 mGy, i całkowity brak odpowiedzi adaptacyjnej dla dawek powyżej 100 mGy, oraz dla mocy dawki od 100 do 300  $\mu\text{Gy}/\text{godz.}$ , przy całkowitym braku odpowiedzi adaptacyjnej dla mocy dawki powyżej 800  $\mu\text{Gy}$ . Wyniki modelowania są obecnie walidowane na danych

doświadczalnych uzyskanych dla mieszkańców terenów z podwyższonym poziomem tła. W swojej kolejnej pracy poświęconej odpowiedzi adaptacyjnej, dr Fornalski próbował powiązać odpowiedź adaptacyjną z nowotworzeniem, biorąc pod uwagę formalizm II zasady termodynamiki i fizykę statystyczną [H05]. Udało się stworzyć model powstawania i naprawy uszkodzeń DNA i powiązać go odpowiedzią adaptacyjną i procesem nowotworzenia.

Kolejnym obszarem w którym dr Fornalski wykorzystał swój model był opis matematyczny zjawisk związanych z nowotworzeniem, przede wszystkim transformacji nowotworowej i wzrostu guza. Z uwagi na trudności z zastosowaniem modeli probabilistycznych (model Monte-Carlo) do opisu konkretnych zjawisk deterministycznych, przy opisie tych zjawisk dr Fornalski zmienił nieco swoje podejście wybierając tylko jedną gałąź drzewa prawdopodobieństw dotyczącą badanego efektu. Pomimo, że tego typu podejście jest bardzo uproszczone, udało się przy pomocy jednego równania wymodelować proces nowotworzenia od pojedynczego uszkodzenia DNA do powstania nowotworu [H04], uwzględniając prawdopodobieństwo pojawienia się uszkodzenia (uwzględniony przekrój czynny oraz model tarczy) i prawdopodobieństwo pojawienia się mutacji w wyniku uszkodzenia DNA, przy uwzględnieniu jego naprawy, w tym odpowiedzi adaptacyjnej komórki.

Sam proces transformacji nowotworowej został szczegółowo rozpracowany w kolejnej pracy autorstwa dra Fornalskiego [H07]. W tej pracy dr Fornalski uszczegółowił tezy podniesione wspólnie z prof. Dobrzyńskim we wcześniejszej pracy [H02], postulujące wykorzystanie do opisu procesu transformacji nowotworowej teorii zarodkowania (nukleacji) i wzrostu kryształów autorstwa M. Avramiego. W pracy [H07] wykazano, że ogólne równanie Avramiego można wyprowadzić dla komórki z mutacjami w onkogenach, gdzie jedna mutacja odpowiadała oryginalnemu centrum zarodkowania kryształu. Okazało się, że zaproponowany model dobrze opisuje rzeczywiste wyniki badań klinicznych nowotworów żołądka, piersi i jajnika. Jednocześnie dr Fornalski próbował polepszyć dopasowanie do danych doświadczalnych znanego od dawna modelu Gomperta, opisującego wzrost nowotworu. Ponieważ model Gomperta źle opisuje początkowy etap wzrostu nowotworu (co zostało potwierdzone eksperymentalnie), dr Fornalski zaproponował bardziej ogólny model, lepiej opisujący początkową fazę wzrostu nowotworu, przy zachowaniu gompertzowskiego dopasowania w fazie późnej [H06].

Podsumowując, główne osiągnięcie naukowe dra Fornalskiego stanowi cykl 10 spójnych tematycznie prac opisujących metodami modelowania matematycznego złożone procesy biologiczne. Chociaż większość zaproponowanych modeli dobrze odzwierciedla dane

eksperymentalne autorzy prac zdają sobie sprawę z ograniczeń jakie niesie takie podejście. W jednej z prac napisali „The authors are fully aware of the fact that the detailed modeling of dynamics of the cancer cell formation and development of such cells in a colony is quite impossible because of the variety of cancer types and their specific properties” [H03]. Jako radiobiolog, nie zawsze zgadzam się z wnioskami przedstawionymi przez Habilitanta w Autoreferacie. Na przykład, wniosek „*organizm, który posiada możliwość indukcji odpowiedzi adaptacyjnej, wykazuje cechy homeostazy (równowagi czynników negatywnych i pozytywnych) związanej z niskimi dawkami promieniowania jonizującego, co jest biofizyczną podstawą modelu progowego relacji dawka-efekt*” jest w mojej ocenie niespójny z wnioskiem „*model liniowego bezprogowego (LNT) wzrostu ryzyka radiacyjnego jest mało wiarygodny w obszarze niskich dawek, gdzie model sigmoidalny (progowy) ma większe uzasadnienie*”. Pierwszy wniosek sugeruje, że model progowy dotyczy organizmów/komórek wykazujących odpowiedź adaptacyjną, a zjawisko takie opisano dla około 50% zbadanych przypadków. Wynika z tego, że wyższość modelu progowego dotyczy tylko połowy przypadków. Rozbieżności te w żadnym stopniu nie umniejszają mojej wysokiej oceny osiągnięcia naukowego dra Fornalskiego i wynikają prawdopodobnie z różnic w aparacie pojęciowym biologa i biofizyka.

Prace zostały opublikowane ciągu dziewięciu lat (2014-2022). Z prac składających się na osiągnięcie, jedna to materiały pokonferencyjne, a dwie zostały opublikowane w czasopiśmie spoza listy JCR. Trzy prace są jednoautorskie (w tym dwie spoza listy JCR), a w pięciu Habilitant jest pierwszym autorem. Zgodnie z własną deklaracją, w większości prac dr Fornalski opracował bądź brał udział w opracowaniu koncepcji pracy, opracował formuły i opis matematyczny modelu, formułował wnioski i przygotował manuskrypt do publikacji. Wkład ten jest zgodny z deklaracjami współautorów tych prac i dobrze świadczy o samodzielności naukowej Habilitanta. Większość prac została opublikowana w stosunkowo dobrych czasopiśmie z listy JCR, o punktacji MNiSW 35-140 pkt. i współczynnika oddziaływania (IF) zgodnym z rokiem opublikowania od 0,577 do 2,623. Łączny IF w/w prac wynosi 14,507, suma punktów MNiSW – 495, a liczba cytowań w roku 2023 wg Web of Sci. – 32.

Nie mam zastrzeżeń jeśli chodzi o merytoryczny wydźwięk osiągnięcia, zarówno sumaryczny IF prac wchodzących w skład osiągnięcia, jak i liczba punktów MNiSW są wystarczające. Ponadto, w dorobku naukowym dra Fornalskiego znalazły się inne prace, które z powodzeniem mogły wejść w skład osiągnięcia habilitacyjnego podnosząc jego znaczenie, tym bardziej, że przecież nie ma ograniczeń czasowych w których prace składające się na osiągnięcie powinny zostać opublikowane. Martwi nieco mała liczba cytowań prac

składających się na oceniane osiągnięcie, która wynika prawdopodobnie z hermetyczności tematyki badawczej jaką zajmuje się dr Fornalski i niewielkiej liczby lat jakie upłynęły od ich opublikowania. Tematyka osiągnięcia jest interdyscyplinarna, a modelowanie odpowiedzi biologicznej na promieniowanie jonizujące z pewnością umożliwi lepsze zrozumienie zachodzących procesów, i ułatwi ocenę ryzyka związanego z narażeniem na promieniowania jonizujące.

#### **4. Ocena aktywności naukowej, dydaktycznej, popularyzatorskiej oraz współpracy międzynarodowej**

Zgodnie z informacją dostarczoną wraz z wnioskiem dr Fornalski opublikował łącznie 38 publikacji naukowych, w międzynarodowych czasopismach recenzowanych o łącznym IF = 69,055, łączna punktacja MNiSW dla tych publikacji wynosi 1457 pkt. Jak wynika z załączonej analizy bibliometrycznej liczba cytowań publikacji Kandydata na dzień 06.12.2022 r. według bazy Web of Sci. wynosi 295 (195 bez autocytowań). Współczynnik liczby cytowań przez innych autorów do całkowitej liczby cytowań wynosi 66%. Stosunkowo wysoka liczba autocytowań związana jest prawdopodobnie z hermetycznością tematyki naukowej jaką zajmuje się dr Fornalski i koniecznością nawiązywania w nowych pracach do opisów opracowanych wcześniej modeli matematycznych. Index Hirscha wynosi 10 na dzień 06.12.2022 r., co jest typowe dla tego typu postępowań. Poza pracami opublikowanymi w czasopismach Habilitant jest także współautorem jednego patentu, licznych rozdziałów w monografiach i podręcznikach, not technicznych, listów do redakcji, licznych doniesień na polskich i międzynarodowych konferencjach naukowych oraz publikacji w czasopismach nierecenzowanych i popularnonaukowych. Rzuca się w oczy rozwój naukowy Kandydata jaki nastąpił po uzyskaniu stopnia doktora. Przed uzyskaniem stopnia doktora dr Fornalski opublikował 8 prac w międzynarodowych czasopismach recenzowanych, natomiast po uzyskaniu stopnia doktora 30 takich prac. O bardzo dużym zaangażowaniu dra Fornalskiego w działalność naukową świadczy także fakt, że dużą część swoich badań prowadzi w ramach wolontariatu.

Tematyka pozostałych prac opublikowanych przez dra Fornalskiego dobrze współgra z tematyką osiągnięcia habilitacyjnego i poświęcona jest różnym aspektom modelowania matematycznego działania promieniowania jonizującego. Bardzo ciekawym osiągnięciem i istotnym z naukowego punktu widzenia jest cykl trzech prac poświęconych narażeniu na radon. W tych pracach dr Fornalski wychodząc z meta-analizy publikacji opisujących

przypadki nowotworów płuc związane z narażeniem na radon, opisuje trudności metodyczne związane z obróbką takich danych i proponuje wyrafinowane metody statystyczne zwiększające wiarygodność przeprowadzonej analizy.

Kolejne istotne osiągnięcie i obszar aktywności naukowej dra Fornalskiego (3 prace) związane są z oddziaływaniem promieniowania jonizującego na naładowany grafen. W tym przypadku dr Fornalski i współpracownicy doświadczalnie przeanalizowali czynniki wpływające na rozproszenie promieniowania X i promieniowania gamma na naładowanym grafenie. Wyniki uzyskane doświadczalnie były zgodne z wcześniej opublikowanymi rozważaniami teoretycznych i są ciekawe z punktu widzenia ochrony radiologicznej.

W latach 2013-2014 dr Fornalski uczestniczył w strategicznym projekcie badawczym NCBiR pt. "Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej" - Zadanie Badawcze nr 6 pt. „Rozwój metod zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla bieżących i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej”, a w latach 2015-2016 w programie ENETRAP III (European Network on Education and Training in Radiological Protection) finansowanym przez Komisję Europejską, współorganizując cykl szkoleń z ochrony radiologicznej w Karlsruhe Institute of Technology .

W ramach działalności dydaktycznej w latach 2015-2019 współpracował z Wojskowym Instytutem Higieny i Epidemiologii – prowadząc szkolenia i kursy dot. ochrony radiologicznej w medycynie. W 2019 roku prowadził także wykłady pt. „Biofizyka radiacyjna” na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej, a w latach 2020-2022 zajęcia z fizyki na kierunkach inżynierskich w Wyższej Szkole Bankowej w Warszawie. Był także promotorem pomocniczym w trzech postępowaniach doktorskich oraz promotorem/promotorem pomocniczym 14 prac magisterskich i inżynierskich.

W mojej ocenie dr Krzysztof Fornalski spełnia przesłankę, o której mowa w art. 219 pkt. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, która wskazuje, że stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. Od 2012 r. dr Fornalski jest zatrudniony w firmie PGE Energia Jądrowa S.A. (następnie PGE EJ 1 sp. z o.o. oraz Polskie Elektrownie Jądrowe sp. z o.o.), a w 2019 roku podpisał z Narodowym Centrum Badań Jądrowych umowę o wolontariat, która wciąż obowiązuje. W obu miejscach prowadził intensywną działalność naukową popartą afiliowanymi publikacjami naukowymi. Ponadto w 2014 r. Kandydat odbył dwumiesięczny staż naukowo-szkoleniowy w belgijskim ośrodku jądrowym SCK-CEN. Staż był finansowany przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (IAEA Fellowship).



## 5. Wnioski końcowe

Nie mam wątpliwości, że zarówno dzieło habilitacyjne jak i pozostały dorobek naukowy dr inż. Krzysztofa Fornalskiego stanowią istotne osiągnięcia naukowe. Prowadzone przez niego badania naukowe są istotne zarówno z naukowego jak i praktycznego punktu widzenia, i mogą zmienić nasz pogląd na skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy żywe, co jest szczególnie ważne dla efektywnej ochrony radiologicznej. Modele matematyczne opracowane przez dra Fornalskiego mogą być z powodzeniem użyte także w innych dziedzinach życia, co tylko zwiększa znaczenie prowadzonych badań.

Po zapoznaniu się z cyklem publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe dra Krzysztofa W. Fornalskiego w związku z ubieganiem się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne, jego aktywnością naukową, dydaktyczną i popularyzatorską oraz szczegółową tematyką badawczą jaką się zajmuje, stwierdzam, że przedstawione osiągnięcia naukowe i całkowity dorobek naukowy Kandydata, spełnia zwyczajowe kryteria stosowane przy ocenie osiągnięć naukowych będących podstawą o ubieganie się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne oraz wymogi ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2020 poz. 85). W związku z tym wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Fizyczne Politechniki Warszawskiej o nadanie dr. inż. Krzysztofowi Wojciechowi Fornalskiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.



Marcin Kruszewski