

Dr hab. Krzysztof Markowicz, prof. UW  
Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki  
Uniwersytet Warszawski  
Pasteura 5  
02-093 Warszawa

SEKRETARIAT NAUKOWY INSTYTUT GEOFIZYKI PAN	
WPLYNEŁO	
Id	19.01.2018
Nr dz.	Zal.
Ref.	

Rada Naukowa  
Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk  
Księcia Janusza 64, 01-452 Warszawa

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Jakuba Guzikowskiego pt. „Modelowanie czasu ekspozycji na promieniowanie UV Słońca na potrzeby zdrowia publicznego”.**

Rozprawa doktorska Pana mgr. Jakuba Guzikowskiego zatytułowana „Modelowanie czasu ekspozycji na promieniowanie UV Słońca na potrzeby zdrowia publicznego” została przygotowana pod opieką prof. dr hab. Janusza Krzyścina. Tematem pracy jest promieniowanie UV dochodzące do powierzchni ziemi w kontekście negatywnego i pozytywnego oddziaływania na zdrowie ludzi. Pierwszy efekt związany jest z narażeniem na nadmierną ekspozycję na promieniowania UV w okresie wiosenno-letnim, które może być przyczyną nowotworów skóry. Drugi z produkcją witaminy D<sub>3</sub>, która pełni istotną funkcję w organizmie człowieka. Niedobór promieniowania UV, z którym mamy do czynienia w okresie jesienno-zimowym może być przyczyną niewystarczającego poziomu witaminy D<sub>3</sub> w organizmie człowieka. Natężenie promieniowania UV docierające do powierzchni ziemi jest silnie zmienne w skali czasoprzestrzennej, gdyż wielkości fizyczne, od których ono zależy wykazują istotne wahania. Ważne są w szczególności stopień zachmurzenia i grubość optyczna chmur, które zmieniają się istotnie zarówno w ciągu dnia, jak i w biegu rocznym. W związku z tym prognozowanie poziomu promieniowania UV dochodzącego do powierzchni ziemi nie jest zadaniem prostym i wymaga zastosowania zaawansowanych metod numerycznych połączonych z wynikami obserwacji atmosferycznych. Ponadto oddziaływanie promieniowania UV na zdrowie ludzi jest zagadnieniem złożonym i znacząco wykraczającym poza zakres tematyczny nauk o Ziemi.

**Opis rozprawy**

Rozprawa doktorska składa się z rozszerzonego streszczenia pracy napisanego w j. polskim oraz zbioru 4 publikacji napisanych w j. angielskim. W skład opisu wchodzi cztery rozdziały. Są to: 1. Wstęp, 2. Opublikowany cykl artykułów w ramach rozprawy doktorskiej, 3. Podsumowanie oraz 4. Literatura. Na końcu dołączono 4 artykuły stanowiące rozprawę doktorską. Artykuły naukowe zostały opublikowane w latach 2015-2018 w czasopiśmie

Journal of the Photochemistry and Photobiology B: Biology, które znajduje się na liście filadelfijskiej. Czasopismo posiada dość wysoki „impact factor” na poziomie ok. 3.3.

Wstęp do rozszerzonego streszczenia pracy zawiera wprowadzenie do tematu rozprawy. Obejmuje w pewnym sensie motywacje do podjętych badań oraz trochę ukryte cele badawcze, jakie stawia sobie autor. Nigdzie nie pojawia się konkretne sformułowanie dotyczące celu badawczego, ale można go odnaleźć między wierszami. Poziom merytoryczny tego rozdziału jest w moim odczuciu rozczarowujący. Świadczy o tym niewielka ilość referencji oraz spora ilość nieprecyzyjnych sformułowań. Dla przykładu, zamiennie używane są pojęcia intensywność promieniowania UV i natężenie oświetlenia, mimo, że wielkości te mają inne znaczenie fizyczne oraz inne jednostki. Na stronie 11 pojawia się sformułowanie: „Intensywność promieniowania UV docierającego do powierzchni ziemi zależy od szerokości geograficznej, pory roku i dnia oraz grubości chmur”. Nie jest to kompletna lista, brakuje np. całkowitej zawartości ozonu, własności optycznych aerozoli (w szczególności aerozolowej grubości optycznej). Nie wiadomo też, dlaczego autor wskazał grubość chmur zamiast ważniejszego stopnia zachmurzenia i czy jest to grubość geometryczna, czy optyczna? Na tej samej stronie autor stwierdza, że promieniowanie UV-B jest pochłaniane w atmosferze przez ozon, parę wodną, tlen i dwutlenek węgla. Wpływ dwutlenku węgla oraz pary wodnej na absorpcję promieniowania w tym zakresie spektralnym jest mniejszy niż np. SO<sub>2</sub>, czy NO<sub>2</sub>, których nie wymienia autor. Nieprawdziwe jest również stwierdzenie, że odbicie promieniowania UV od wody, śniegu i piasku powoduje wzrost natężenia promieniowania UV o 20-25%, podczas gdy od roślinności 3-5%. Nie jest to możliwe, gdyż woda ma mniejszy współczynnik odbicia niż roślinność i tym samym wartość 20-25% jest zdecydowanie zawyżona.

W rozdziale 2 opisano główne wyniki zawarte w każdej z 4 publikacji. W przypadku każdej pracy określono zakres tematyczny problemu oraz jego rozwiązanie. Rozdział ten został tak napisany, że trudno zorientować się, jaki jest merytoryczny wkład doktoranta w poszczególne publikacje. Jednak kwestię tę w zasadzie rozwiązują oświadczenia współautorów dołączone do dokumentacji rozprawy doktorskiej. Streszczenia artykułów zawarte w tym rozdziale nie budzą większych zastrzeżeń, gdyż zawierają główne wyniki uzyskane przez grupę badawczą.

W podsumowaniu mgr Jakub Guzikowski zawarł krótki opis najważniejszych wyników badań. Natomiast ostatni rozdział zawiera spis 25 pozycji bibliograficznych, do których autor odnosi się w ramach rozszerzonego streszczenia pracy.

### **Ocena cyklu publikacji**

Rozprawa doktorska to spójny cykl 4 publikacji. Prace są wieloautorskie, przy czym mgr Guzikowski jest pierwszym autorem w dwóch z nich, a w pozostałych dwóch jest drugim autorem. Wkład doktoranta w przygotowanie prac zgodnie z oświadczeniami wynosi 80% w przypadku dwóch pierwszych prac i 60 oraz 30% w przypadku pozostałych dwóch artykułów.

W pierwszej pracy zatytułowanej „Controlling sunbathing safety during the summer holidays - The solar UV campaign at Baltic Sea coast in 2015” przedstawiono metody prognozowania indeksu UV oraz dopuszczalnego czasu ekspozycji na promieniowanie

słoneczne, które zostały zaimplementowane w dwóch aplikacjach mobilnych. Do oszacowania indeksu UV wykorzystano proste i tanie czujniki promieniowania UV. Pokazano dość dobrą zgodność tych czujników, w szczególności SM6.5, z profesjonalnymi pomiarami wykonanymi przy użyciu spektrofotometru Brewer'a. Największe odstępstwa uzyskano dla niskich kątów elewacyjnych słońca, co prawdopodobnie jest związane z błędem horyzontalnego ustawienia czujników. Niestety, kwestia ta nie jest dyskutowana przez autorów ww. artykułu. Naturalnym wydaje się być również pytanie, czy do określenia indeksu UV nie wystarczyłby prosty czujnik promieniowania np. w zakresie widzialnym odpowiednio wypoziomowany zamiast droższych czujników pracujących w zakresie UV. Wynika to z faktu, że w naszych szerokościach geograficznych głównym czynnikiem wpływającym na poziom indeksu UV jest stopień zachmurzenia i grubość optyczna chmur. Wielkości te w podobny sposób oddziałują na promieniowanie słoneczne w zakresie widzialnym. Głównym wkładem mgr. Jakuba Guzikowskiego w przygotowanie artykułu było opracowanie i wykonanie konstrukcji modelu wiązki przy użyciu modelu WRF do prognozy zachmurzenia, a ponadto opracowanie i wykonanie dwóch aplikacji do smartfonów. W przypadku modelu WRF przygotowano model wiązki w oparciu o różne parametryzacje procesów mikrofizycznych, procesów fizycznych w warstwie granicznej oraz transferu promieniowania. Głównym rezultatem było opracowanie metody statystycznej do wyznaczania tzw. „cloud modyfikation factor” w oparciu o wyniki z 10 wiązek modelu WRF oraz dane z pomiarów UVI w Belsku. W tym celu przygotowano tzw. „lookup table” zawierającą po 5 zakresów stopnia zachmurzenia chmurami niskimi i piętra średniego dla 10 wyników z modelu WRF. Na podstawie pomiarów UVI w Belsku każdego dnia wyznaczana jest optymalna wartość tzw. „cloud modyfikation factor”. Zastosowane podejście jest nowatorskie, pozwalające poprawić statystycznie wpływ chmur o ile podobny rodzaj zachmurzenia, jaki występuje w Belsku jest również w innych rejonach Polski. Jest faktem dość oczywistym, że zachmurzenie jest obecnie jednym z najgorzej prognozowanych parametrów określających stan atmosfery. Metody statystyczne pozwalają nieco poprawić ten stan rzeczy. Moja główna uwaga w tym przypadku dotyczy niewykorzystania danych satelitarnych o stopniu zachmurzenia oraz wysokości chmur, jakie oferują detektory SEVIRI umieszczone na orbitach geostacjonarnych. Dane w 12 kanałach spektralnych dostępne są dla Polski z rozdzielczością przestrzenną ok. 5 km oraz z rozdzielczością czasową 15 min. Jeden z satelitów MSG pracuje obecnie również w trybie „rapid”, skanując obszar Europy z rekordową rozdzielczością czasową 5 min. Jest to zdecydowanie lepsze źródło informacji niż zachmurzenia symulowane przez model WRF i w moim odczuciu lepszy kierunek w badaniach nad czasem ekspozycji na promieniowanie UV, o ile oczywiście nie interesuje nas prognoza UVI a jedynie stan obecny niezbędny do oszacowania dawki pochłoniętego promieniowania UV.

W drugim artykule pt. „Optimal vitamin D3 daily intake of 2000IU inferred from modeled solar exposure of ancestral humans in Northern Tanzania” wykazano, że do osiągnięcia optymalnej dawki witaminowej należy uzyskać dzienną dawkę 1/3MED („minimal erythema dose”) podczas ekspozycji 1/3 powierzchni ciała w godzinach górowania słońca w niskich i szerokich szerokościach geograficznych w okresie od kwietnia do września. Wynik ten zmienia dotychczasowe poglądy na ilość promieniowania UV, która jest

niezbędna do uzyskania właściwego poziomu witaminy D<sub>3</sub>. Wcześniejsze prace wskazywały, że dawkę taką jest dużo łatwiej osiągnąć np. podczas porannej lub popołudniowej podróży do pracy lub z powrotem. Wkład mgr. Jakuba Guzikowskiego w opublikowane wyniki polegał na wykonaniu obliczeń dziennych dawek napromieniowania witaminowego dla przedstawicieli plemienia Hadze w warunkach ich normalnej aktywności w ciągu dnia. Mgr J. Guzikowski wykonał symulacje modelem TUV promieniowania UV dochodzącego do powierzchni ziemi w warunkach bezchmurnych. Artykuł zawiera niestety jedynie szczerkowe informacje o ustawieniach modelu. W szczególności nie wiadomo z jaką rozdzielczością czasową wyznaczano wartości dobowe oraz jaki model podłoża założono (wartości albedo). Ponadto brakuje informacji jak określono parametry optyczne aerozolu dla dni, gdy stopień zachmurzenia był zbyt wysoki, aby detektor OMI mógł wykonać pomiary optyczne aerozolu. Wpływ zachmurzenia został uwzględniony na podstawie stopnia zachmurzenia zgodnie z prostą formułą zaproponowaną przez Ilyas w 1967 r. Główna moja uwaga dotyczy braku studiów niepewności i błędów pomiarowych, jak również wpływu stosowanych założeń na uzyskane wyniki.

W trzeciej pracy pt. „Adequate vitamin D<sub>3</sub> skin synthesis versus erythema risk in the Northern Hemisphere midlatitudes” opracowano indeks optymalnej ekspozycji, który pozwala określić dzienną dawkę witaminy D<sub>3</sub>, którą uzyskuje się w takim czasie, gdy opalanie jest jeszcze bezpieczne (do osiągnięcia dawki erytemalnej równej 1MED). W tym celu wykorzystano dane pochodzącej z kilku stacji pomiarowych w Europie i Ameryce Północnej, które pozwoliły wyznaczyć roczne przebiegi indeksu optymalnej ekspozycji. Jak wynika z przedstawionego oświadczenia główny wkład mgr. Jakuba Guzikowskiego to wyznaczenie optymalnego indeksu optymalnej ekspozycji w celach zdrowotnych („health optimum exposure time”) dla kilku lokalizacji o różnych warunkach klimatycznych i opracowanie scenariuszy bezpiecznego opalania. Metodologicznie praca opiera się na szeregu empirycznych formuł, które w większości używane były wcześniej przez różnych autorów. Uzyskane wyniki bardzo trudno zweryfikować, gdyż wymagałoby to szczegółowych badań klinicznych, które znacząco wykraczają poza zakres tematyczny doktoratu z nauk o ziemi w dyscyplinie geofizyka. Nie mniej jednak dobrze byłoby, aby prace badawcze z tego zakresu były weryfikowane poprzez badanie pacjentów naświetlanych naturalnie bądź sztucznie przez promieniowanie UV.

Ostatnia z prac cyklu zatytułowana „24 hour forecast of the surface UV for the antipsoriatic eliotherapy in Poland” dotyczy helioterapii łuszczycowej. Głównym celem przeprowadzonych badań było przygotowanie operacyjnego modelu 24-godzinnej prognozy optymalnego czasu rozpoczęcia oraz długości trwania terapii działającej na obszarze Polski. Model ten bazuje na prognozie całkowitej zawartości ozonu pobieranej z globalnego modelu GFS oraz prognozie zachmurzenia z modelu WRF. Wyniki symulacji prezentowane na stronie internetowej <http://cirrus.cba.pl/luszczycyca/> mogą być pomocne dla szerokiego grona odbiorców. Konstrukcja modelu przedstawiona w ww. publikacji opiera się, podobnie jak poprzednia, na szeregu empirycznych relacji. Przy użyciu modelu transferu promieniowania wyznaczone jest natężenie promieniowania UV docierające do powierzchni ziemi, a następnie z wykorzystaniem formuły Madronich'a, tzw. promieniowanie antyłuszczycowe („antipsoriatic irradiance”) dla warunków bezchmurnych. W tym celu wykorzystano

prognozę całkowitej zawartości ozonu w pionowej kolumnie powietrza oraz średnioroczne wartości własności optycznych pochodzące ze stacji w Belsku. Założono, że wartości te są reprezentatywne dla całego kraju, podczas gdy rzeczywiste zmiany własności optycznych aerozolu wykazują znaczne zmiany na terenie naszego kraju. Należy również podkreślić, że pominięto cykl roczny grubości optycznej aerozolu (w przypadku albedo pojedynczego rozpraszania i parametru asymetrii zmiany są niewielkie). Ponadto założono, że grubość optyczna aerozolu dla fal poniżej 340 nm jest niezmienna z długością fali. Jest założenie, które praktycznie nigdy nie jest spełnione, ale co ważniejsze, wartości te w zakresie UV można było prosto oszacować, wykorzystując wykładnik Angstroma dla pierwszych dwóch długości fali fotometru słonecznego. Być może to, o czym wspominam, nie ma dużego znaczenia, jednak aby to stwierdzić należałoby wykonać dodatkowe badania. Chodzi o wykonaniu studium czułości: na ile wielkości optyczne aerozoli i ich czasoprzestrzenna zmienność są istotne z punktu widzenia niepewności wyznaczonych wartości promieniowania UV dochodzącego do powierzchni ziemi. Być może takie analizy były wykonane, ale nie zostały zawarte w pracy. Problem z własnościami optycznymi mógłby zostać rozwiązany, gdyby użyto modelu WRF-Chem. Uruchomienie i wdrożenie do pracy operacyjnej modułu chemicznego modelu WRF wymaga sporych nakładów pracy. Znacznie prostszym rozwiązaniem byłoby wykorzystanie prognoz z projektu CAMS (wcześniej MACC), które dostępne są na stronie internetowej <https://atmosphere.copernicus.eu/>. Dane te zawierające wyniki z modeli z wykorzystaniem asymilacji pomiarów satelitarnych z detektorów MODIS charakteryzują się względnie dobrą jakością. Wykorzystanie tych informacji jest moim zdaniem mniej czasochłonne niż przygotowanie modelu WRF-Chem. Pomimo powyższych uwag sądzę, że opracowany i wykonany model służący do prognozowania czasu kuracji łuszczycowatej jest znacznym osiągnięciem mgr. Jakuba Guzikowskiego.

### **Uwagi końcowe**

Pomimo pewnych trudności z oceną wkładu mgr. Jakuba Guzikowskiego w przygotowanie publikacji wchodzących w skład cyklu rozprawy doktorskiej uważam, że tego typu ścieżka jest lepsza niż „klasyczna dysertacja”. Wspólne publikacje mają szanse być dostrzeżone przez środowisko naukowe w Polsce i za granicą. Patrząc na parametry bibliograficzne należy podkreślić, że cykl 4 publikacji został do tej pory 5 cytowany, przy czym 4 to autocytowania grupy Fizyki Atmosfery IGF PAN, zaś jedno cytowanie to zbiorcza praca kilkunastu polskich jednostek naukowych związanych z medycyną. Pomimo że wyniki badań mają znaczenie międzynarodowe, to jak to tej pory nie zostały zauważone przez żadną grupę badawczą. Artykuły te zostały jednak opublikowane stosunkowo niedawno (2015-2018), więc można spodziewać się, że prace będą cytowane w najbliższych latach. Ponad wszelką wątpliwość mgr. Jakub Guzikowski opracował nowe metody do estymacji promieniowania UV docierającego do powierzchni ziemi oraz zdefiniował parametry służące do kontroli dawek promieniowania pochłanianych przez człowieka. Przygotowanie odpowiedniej strony internetowej oraz dwóch aplikacji mobilnych jest cennym wkładem, z którego może korzystać społeczeństwo.

Pomimo że wysoko oceniam uzyskane wyniki, to na koniec pozwolę sobie na jeszcze na uwagę. W całym cyklu przedstawionych prac widoczny jest brak dyskusji błędów

pomiarowych i błędów modelu, jak również brak niepewności wyznaczanych wielkości fizycznych. Jednocześnie należy podkreślić, że strona statystyczna opracowanych wyników jest na ogół wysoka i nie budzi zastrzeżeń.

### **Rekomendacja**

Podsumowując, pozytywnie oceniam rozprawę doktorską mgr. Jakuba Guzikowskiego zawierającą oryginalne wyniki pracy badawczej. Pewne mankamenty rozprawy stwierdzone powyżej nie wpływają na pozytywną ocenę rozprawy. Stwierdzam, że rozprawa ta spełnia wymogi związane z uzyskaniem stopnia doktora zgodnie z Art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dziennik Ustaw Nr 65 poz. 595 wraz ze zmianami Dziennika Ustaw z 2005 roku Nr 164 poz. 1365). W związku z tym wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk o dopuszczenie do dalszego etapu postępowania w przewodzie doktorskim w celu nadania stopnia doktora.

Warszawa, dnia 13 lipca 2018r.

Dr hab. Krzysztof Markowicz, prof. UW

