

Prof. dr hab. Joanna Wibig  
Katedra Meteorologii i Klimatologii  
Wydział Nauk Geograficznych  
Uniwersytetu Łódzkiego

Ocena rozprawy doktorskiej mgr Agnieszki Ewy Czerwińskiej pt. "Analiza pomiarów i modelowanie biologicznie czynnego promieniowania UV Słońca dla wybranych miejsc w Polsce – ocena efektów fotometrycznych" wykonanej w Instytucie Geofizyki Polskiej Akademii Nauk pod kierunkiem prof. dr. hab. Janusza Krzyścina

### 1. Uwagi ogólne

Przedstawiona do oceny rozprawa liczy 150 stron tekstu, w tym 87 rysunków i 34 tabele. Praca składa się z ośmiu numerowanych rozdziałów, z których sześć jest merytorycznych, pozostałe dwa zawierają literaturę i wykaz użytych skrótów. Wszystkie merytoryczne rozdziały, oprócz podsumowania, dzielą się na podrozdziały. Spis literatury obejmuje 69 pozycji, w olbrzymiej większości są to artykuły angielskojęzyczne.

### 2. Ocena rozprawy

We wstępie (strony 5-20) Autorka prezentuje historyczny rys odkryć na temat promieniowania słonecznego i wyróżnionego w jego widmie zakresu nazwanego promieniowaniem ultrafioletowym. Zawarte są w nim także podstawowe informacje o tzw. biologicznie czynnym promieniowaniu słonecznym związanym z efektywnością wywoływania u ludzi wybranych efektów biologicznych: pojawiania się rumienia, syntezy witaminy D<sub>3</sub> w organizmie, usuwania zmian tłuszczowych i niszczenia struktur DNA.

Ostatni podrozdział wstępu zatytułowano „cel i zakres pracy”, jednakże cel główny właściwie nie został określony. Zdefiniowano natomiast cztery cele szczegółowe:

- *opracowanie modelu do przeliczania dawek erytemalnych na dawki napromienienia o skuteczności witaminowej, antytłuszczowej i niszczącej DNA;*
- *wyznaczenie metody określenia i oceny nieliniowego trendu długookresowego promieniowania słonecznego o skuteczności biologicznej z zastosowaniem modelu oraz oryginalnej metody badania kierunku i istotności trendów;*
- *opracowanie wstępnych scenariuszy pro-zdrowotnych w celu zmniejszenia niedoborów witaminy D<sub>3</sub> oraz przeprowadzenia helioterapii antytłuszczowej z zastosowaniem tanich, indywidualnych mierników indeksu UV;*

- *ocena, czy środowisko miejskie, na przykładzie Warszawy, ma wpływ na warunki do prowadzenia helioterapii.*

Nie jest jasne czego dotyczy model. Dalsza część rozdziału sugeruje, że jest to algorytm umożliwiający przeliczanie dawek erytermalnych na dawki napromienienia o skuteczności witaminowej, antyłyuszcycowej i niszczącej DNA. Wątpliwości moje budzi też sformułowanie czwartego celu szczegółowego. Czy Autorka ma na myśli środowisko miejskie, czy tylko Warszawę? Jeśli środowisko miejskie w ogólności, to przytoczone przykłady Aten i Meksyku wyraźnie wskazują, że środowisko miejskie ma wpływ na warunki do prowadzenia helioterapii. Autorka pokazuje, że w Warszawie ten efekt jest niewielki, czy w tej sytuacji można wyniki uogólniać? Bezpieczniej byłoby sformułować pytanie tylko w odniesieniu do Warszawy: ocena, czy zanieczyszczenie powietrza w Warszawie znacząco ogranicza (uniemożliwia?) prowadzenie helioterapii.

W rozdziałach od drugiego do piątego kolejno realizowane są cztery wymienione cele szczegółowe. W moim przekonaniu brakuje rozdziału spójnie prezentującego wykorzystane dane oraz metodykę zastosowaną w pracy. Informacje na ten temat pojawiają się na w realizacji każdego celu szczegółowego, jednak to nie to samo. Opis metodyki wydaje mi się najłabszą częścią rozprawy.

W drugim rozdziale wartości wygładzane są krzywą, metodą LOWESS według Clevelanda (1979). W następnym rozdziale zastosowano metodę „loess” obliczając wartości wygładzone w programie R (przy metodzie LOWESS też jest wzmianka o programie R). O metodzie „loess” napisano jedynie, że jest to udoskonalona wersja LOWESS według Clevelanda i in. (1992). Wynika stąd, że zastosowano dwie metody, z których jedna jest modyfikacją drugiej. W obu przypadkach obliczenia wykonywano w programie R. Brakuje podstawowych informacji, co to za metoda?, dlaczego zdecydowano się używać dwóch różnych jej odmian?, czym one się różnią?, czy napisano własne procedury w programie R, czy skorzystano z gotowych procedur? Jeśli wykorzystano gotowe procedury, to powinny pojawić się odnośniki do źródeł.

We wstępie, na stronie 19, wspomniano, że przy liczeniu trendów wykorzystano metodę „bootstrap”, ale napisano o niej potem tylko, że jeśli wartości  $\varepsilon_i$  są naprawdę losowe, to można zastosować procedurę „bootstrap”, tj. uzyskać hipotetyczne serie wartości  $\varepsilon_i$  przez losowanie ze zwracaniem ze zbioru wszystkich  $\varepsilon_i$ . Znowu brak referencji do metody.

Na stronie 49 jest mowa o badaniu normalności zbioru odchyłek za pomocą testu Shapiro-Wilka. Niestety znowu brak jakichkolwiek referencji do literatury. Napisano natomiast, że hipotezę zerową, iż populacja ma rozkład normalny, można przyjąć, jeśli statystyka  $W$  (obliczona z populacji) jest większa od krytycznej, wynoszącej według tablicy  $W_{kryt} = 0,939$  dla wybranego poziomu istotności i określonej długości szeregu. Znowu brak referencji. Ponadto powinno być „hipotezy zerowej nie można odrzucić”, zamiast „można przyjąć”. Obliczona

wartość  $W$  wyniosła 0,9881, czyli jest większa od krytycznej. Dlaczego autorka twierdzi, iż nie można odrzucić hipotezy, że rozkład RÓŻNI się od normalnego?

Na stronie 50 autorka analizuje autokorelację  $k$ -stopnia. Co to znaczy? Opis sugeruje, że jest to autokorelacja z przesunięciem  $k$ . Na stronie 51 nazywana jest autokorelacją rzędu  $k$ . Potem jest „gładkie” przejście do modelu autoregresji rzędu  $k$ . Pojawia się kolejna wzmianka o programie R, ale bez informacji, czy jest to własna procedura, czy napisał ją ktoś inny. W tym drugim przypadku potrzebny byłby odnośnik do źródła.

Po tych słowach krytyki, pora na podkreślenie pozytywnych stron rozprawy, bo jest ich naprawdę dużo. W rozdziale drugim Autorka oparła budowę algorytmów przeliczeniowych na solidnych podstawach, publikowanych wynikach badań innych naukowców. Parametry algorytmów uzależniła od kąta zenitalnego Słońca oraz całkowitej zawartości ozonu. Analizy prowadziła osobno dla nieba bezchmurnego i zachmurzonego. Czasowy zakres danych podzieliła na dwie części, dane z jednej posłużyły do określenia parametrów modelu, z drugiej do ich weryfikacji. Analizowano zarówno średnie, jak i odchylenia standardowe odchyłek. Określono, w jakich przedziałach kąta zenitalnego Słońca i całkowitej zawartości ozonu błędy (odchyłki) stają się istotne i jakość modeli maleje. Rozdział kończy podsumowanie.

Z dużą starannością o precyzję napisano też rozdział trzeci, w którym analizowano długookresowe zmiany promieniowania biologicznie czynnego w Belsku. Autorka rozpoczyna częścią metodyczną, w której najpierw szczegółowo opisuje wykorzystane szeregi czasowe, sposoby uzupełniania braków oraz metodę obliczania dawek rocznych, krzywej gładkiej i wartości resztkowych. Następnie opisana jest metoda testowania losowości serii resztkowych, procedura tworzenia szeregów hipotetycznych i badania zmienności wieloletniej na podstawie analizy cech statystycznych szeregów hipotetycznych. Tu również widać dużą staranność przy doborze niezbędnej liczby szeregów hipotetycznych, czy ocenie losowości serii odchyłek. W dalszej części rozdziału opisaną metodykę zastosowano kolejno do analizy zmian sezonowych napromienienia o skuteczności erytermalnej, indeksu promieniowania UV, napromienienia o skuteczności witaminowej, antyłyuszczykowej i niszczenia struktury DNA. Badano zmienność w okresie całego sezonu ciepłego (kwiecień-wrzesień), jak i w poszczególnych jego miesiącach. Rozdział kończy podsumowanie, w którym dodatkowo zbadano własności statystyczne otrzymanych trendów wieloletnich, osobno w okresie dominacji wzrostu sum biologicznie czynnego napromienienia (1976-2005), jak i wyrównania, czy spadku (2005-2014).

W rozdziale czwartym przedstawiono wyniki kampanii pomiarowej prowadzonej w Kątach Rybackich w okresie lata. Zastosowano dwa różne mierniki indeksu UV, dostępne w supermarketach. Pomiarów prowadzono na plaży i w ogródku przy domu mieszkalnym. Do wyznaczenia spektrum natężenia promieniowania wykorzystano dostępny w internecie model FastRT. Dodano funkcję określania kąta zenitalnego Słońca i opracowano metodykę określania całkowitej zawartości ozonu z 24 godzinnej prognozy według modelu The Global

Forecast System lub/i satelitarnych pomiarów spektrofotometrycznych. Tak wyznaczone dobowe przebiegi indeksu UV porównano z obserwacjami osobno w dni bezchmurne i dni z zachmurzeniem. Na podstawie uzyskanych przebiegów określono dawki erytemalne, antyłuszczycowe i witaminalne otrzymane podczas pobytu na plaży w dni bezchmurne i z zachmurzeniem. Badania te posłużyły do opracowania zaleceń dla zażywających kąpiele słoneczne, pozwalających kuracjom na uzyskanie odpowiedniej dawki promieniowania biologicznie czynnego bez narażania się na poparzenia słoneczne. Ponadto pokazano, że nad polskim Bałtykiem możliwe jest prowadzenie helioterapii antyłuszczycowej.

Cel czwarty – analiza wpływu miasta na biologicznie czynne promieniowanie słoneczne docierające do powierzchni Ziemi – jest tematem kolejnego, piątego rozdziału. Porównano w nim wartości natężenia promieniowania zmierzonego w Belsku z analogicznymi pomiarami prowadzonymi w centrum Warszawy. Porównano techniczne parametry obu spektrofotometrów, określono różnice wynikające z różnicy szerokości geograficznej i zawartości ozonu. Zbadano statystyczną istotność pozostałych różnic. Pokazano, że różnice są niewielkie, podobnego rzędu do tych wynikających z różnych szerokości geograficznych obu punktów pomiarowych. Pokazano, że to niewielkie zmniejszenie natężenia UV nie przeszkadza w stosowaniu helioterapii w Warszawie.

### **3. Uwagi drobne, głównie językowe**

Na stronie 5 znajduje się zdanie kończące się słowami: nazwał je „*promieniami odtleniającymi*”, następuje ono po dwóch zdaniach opisujących jednoczesne odkrycia Johanna Wilhelma Rittera i Wilhelma Hydea Wallasone'a, dlatego nie wiadomo, który z nich tak je nazwał.

Na stronie 9 napisano, że „witamina D stosowana miejscowo skutecznie leczy łuszczycę” Jak należy rozumieć miejscowe stosowanie witaminy D?

Dawka biologicznie czynnego napromienienia jest całką z efektywnego natężenia napromienienia w określonym przedziale czasowym, a nie z natężenia napromienienia (strona 12).

Na stronie 13 napisano „*indeks UV to wielkość bezwymiarowa, oznaczająca maksymalne dobowe natężenie napromienienia promieniowaniem o skuteczności erytemalnej*”. Nie jest to poprawna definicja, gdyby tak było, wartości indeksu byłyby wielokrotnie większe, no i pojawił by się wymiar.

Na stronie 119 napisano: „*stwierdzili, że różnice w grubości optycznej aerozolu w tych lokalizacjach prowadzą do zwiększenia promieniowania ultrafioletowego na przedmieściach*”. Na przedmieściach stwierdzono większe promieniowanie UV niż w mieście, nie oznacza to jednak, że jest ono zwiększone, raczej w mieście jest zmniejszone – właśnie przez działanie aerozolu.

Na stronie 124 napisano „Na rys. 5.1.4 przedstawiono temperaturę wewnątrz spektrometrów Brewera 064 i 201 dla dnia 4 lipca 2015 roku, kiedy temperatura powietrza wynosiła ponad 30°C”. Na rysunku jest jednak całodobowy przebieg temperatury, zatem chodzi o maksymalną temperaturę dobową.

Na stronie 134 napisano „spośród 30 przyczyn zgonów w Stanach Zjednoczonych w 2010 roku...”, nie chce się wierzyć, że w takim dużym kraju jak Stany Zjednoczone, zaobserwowano tylko 30 przyczyn zgonów w ciągu całego roku. Brakuje jakiegoś przymiotnika, może „najczęstszych”. I tu zawiodła precyzja wypowiedzi.

W zdaniu „Pod wpływem reakcji metabolicznych przekształcana jest do nieaktywnej formy witaminy D3.” brakuje podmiotu, ten z poprzedniego zdania „synteza skórna witaminy D3” nie wydaje się właściwy (strona 14).

Właściwy poziom witaminy można uzyskać, a nie pozyskać (strona 18).

To co autorka nazywa *scenariuszem do samodzielnego wyznaczenia czasu do bezpiecznego prowadzenia helioterapii*, należałoby raczej nazwać algorytmem lub instrukcją (strona 20).

Ponadto w całej pracy nadużywane jest słowo „dla”. W języku polskim nie piszemy „dla miesięcy”, a w miesiącach, nie „dla lat”, a w latach, nie „dla przypadków”, a w przypadkach.

#### **4. Podsumowanie**

Pomimo sporej liczby usterek przedstawioną do recenzji rozprawę doktorską Pani mgr Agnieszki Czerwińskiej oceniam wysoko. Większość poczynionych przeze mnie uwag dotyczy braku precyzji wyrażania się, a nie kwestii merytorycznych. Za główne walory rozprawy uważam:

opracowanie algorytmów pozwalających na oszacowanie z dużą dokładnością dawek biologicznie czynnego napromienienia;

oszacowanie długoterminowych zmian biologicznie czynnego promieniowania słonecznego o skuteczności erytemalnej, witaminalnej, antyłyuszcycowej i niszczącej DNA;

opracowanie metody szacowania zmian długoterminowych i oceny ich istotności statystycznej;

opracowanie metody określania bezpiecznego sposobu opalania w celu uzyskania niezbędnej dawki witaminy D<sub>3</sub> z zastosowaniem prostych, indywidualnych mierników indeksu UV;

opracowanie metody określania bezpiecznego sposobu przeprowadzania helioterapii antyłyuszcycowej z zastosowaniem prostych, indywidualnych mierników indeksu UV;

oszacowanie stopnia zmniejszenia natężenia promieniowania UV przez zanieczyszczenia powietrza w Warszawie;

staranną szatę graficzną.

#### **5. Wnioski końcowe**

Recenzowana rozprawa jest dojrzałym opracowaniem naukowym, a przedstawione uwagi mają raczej charakter porządkujący. **W mojej ocenie praca Pani mgr Agnieszki Ewy Czerwińskiej spełnia wszelkie warunki stawiane rozprawom doktorskim. Dlatego proszę Wysoką Radę Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk o dopuszczenie Autorki do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.**



Łódź, 15. lutego 2016 r.