

prof. zw. dr hab. Tadeusz Niedźwiedź
Katedra Klimatologii
Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego
ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

Sosnowiec, 8 lutego 2019 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Kingi Kuleszy

p.t.: "Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na ilość promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni ziemi w Polsce "

Tekst rozprawy doktorskiej mgr Kingi Kuleszy liczy 149 stron, w tym 44 rysunki oraz 21 tabel. Spis literatury zawiera 247 publikacji, z czego 119 w języku angielskim, 116 polskich oraz 8 prac w języku niemieckim, 3 w języku francuskim i jedną pracę w języku hiszpańskim. Autorka wykorzystała też dane z międzynarodowych baz danych: z bazy danych satelitarnych EUMETSAT – *Satellite Application Facility for Climate Monitoring (CM SAF)*, reanaliz meteorologicznych NCEP/NCAR oraz reanaliz ERA-Interim z *Europejskiego Centrum Prognoz Średnioterminowych (ECMWF)*. Dane pomiarowe dotyczące dobowych sum całkowitego promieniowania słonecznego za 30 lat (1986-2015) Autorka uzyskała z Instytutu Meteorologii i Gospodarki wodnej PIB dla 16 stacji aktynometrycznych oraz dla Belska z Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk.

Układ pracy jest dobrze rozplanowany. W części wstępnej autor sformułowała cel pracy. Jest nim określenie roli cyrkulacji atmosfery w kształtowaniu dopływu promieniowania słonecznego do powierzchni ziemi w Polsce z uwzględnieniem zróżnicowania przestrzennego oraz przebiegu rocznego. Ważnym zadaniem jest przedstawienie tendencji zmian w dopływie energii słonecznej w omawianym trzydziestoleciu. Całkowicie nowatorska jest ocena przydatności danych satelitarnych dotyczących dopływu promieniowania słonecznego na terytorium Polski dla punktów regularnej siatki o rozdzielczości przestrzennej ok. 3 x 5 km.

Obszerny przegląd literatury (rozdział 1.2) dotyczy zarówno stanu badań nad zróżnicowaniem przestrzennym jak i zmiennością czasową promieniowania słonecznego na obszarze Polski jak i metod badawczych dotyczących także klasyfikacji cyrkulacji atmosfery. Autorka zwraca uwagę na braki danych dla niektórych regionów Polski oraz na trudności w skompletowaniu kompletnych serii danych za dłuższe okresy. Uzasadnia też potrzebę bardziej

dokładnych badań dotyczących roli cyrkulacji w kształtowaniu dopływu promieniowania słonecznego. Dotychczas brakowało takich opracowań w skali całego kraju. Większość dotychczasowych prac dotyczyła przeważnie zachmurzenia i usłonecznienia.

Autorka zebrała dane dotyczące całkowitego promieniowania słonecznego dla 17 stacji, ale tylko siedem stacji zawierało kompletne serie. W pozostałych stacjach występowały przerwy w pomiarach, ale na większości tych stacji braki nie przekraczały 1% dni w okresie 1986-2015. Dane zostały sprawdzone pod względem ich jednorodności przy wykorzystaniu testu Alexanderssona. Rozmieszczenie stacji na mapie (rys. 1) jest równomierne, za wyjątkiem części wschodniej i południowo-wschodniej Polski, dla której brakuje danych. Dlatego też Autorka zdecydowała się na wykorzystanie dodatkowo najnowszych danych satelitarnych o dużej rozdzielczości przestrzennej z bazy danych SARA-2 udostępnionych przez CM SAF za 33 lata (1983-2015). Dane te zostały poddane dokładnej analizie porównawczej z danymi z pomiarów naziemnych (rozdział 2.2.1). Różnice między danymi satelitarnymi i naziemnymi w skali rocznej na ogół mieszczą się w granicach 5-10% (tab. 5) jedynie na stacjach górskich różnice te są większe, dochodząc na Kasprowym Wierchu do 21-31%. W zimie te różnice są dużo większe (tab. 6). Autorka na stronie 51 prawidłowo uzasadnia istnienie tych rozbieżności między danymi punktowymi (stacja) i powierzchniowymi (dane satelitarne 3 x 5 km). Jednak poza górami dane satelitarne pozwalają na uzupełnienie istniejących luk w pomiarach. Ponadto zostały wykorzystane przy konstrukcji map zróżnicowania promieniowania słonecznego w Polsce.

Do badania wpływu cyrkulacji atmosfery na dopływ promieniowania słonecznego Autorka opracowała zmodyfikowaną klasyfikację typów cyrkulacji Lityńskiego na podstawie danych o zróżnicowaniu ciśnienia atmosferycznego uzyskanych z reanaliz NCEP/NCAR i ERA-Interim. Natomiast wpływ kierunków adwekcji mas powietrza na promieniowanie słoneczne określiła na podstawie 72-godzinnych trajektorii wstecznych cząstek powietrza. W moim przekonaniu okres 72 godzin jest zbyt długi i obciążony większym błędem dlatego sugeruję stosowanie w tym celu trajektorii wstecznych za okresy krótsze.

Charakterystyka całkowitego promieniowania słonecznego w Polsce została przedstawiona w rozdziale 4. Zróżnicowanie przestrzenne sum rocznych promieniowania całkowitego zostało przedstawione na mapie (rys. 9), którą można uznać za najnowszą graficzną charakterystykę tego elementu. W przygotowaniu pracy do druku proponuję uzupełnić tą część pracy o tabelę zawierającą średnie miesięczne i roczne sumy promieniowania słonecznego na wszystkich 17 stacjach, co umożliwi ich porównywanie z

innymi opracowaniami. Sugeruję też zmianę nazwy regionu „Obniżenie Orawsko-Podhalańskie” na „Kotlinę Orawsko-Nowotarską”.

Autorka zbadała także przebieg wieloletni sum rocznych promieniowania całkowitego nad Polską. Stwierdziła wyraźną tendencję wzrostową o $7,16 \text{ MJ m}^{-2} \text{ rok}^{-1}$ (rys. 11). Być może jest to jeden z elementów przyczyniających się do współczesnego ocieplenia klimatu Polski. Analiza falkowa wykazała też istnienie wyraźnej okresowości w przebiegu wieloletnim tego elementu o okresie 2,9 letnim i słabszym cyklu o okresie 12-13 lat co można wiązać ze zmianami aktywności słonecznej. Charakterystyki te wykonane zostały dla pór roku. Natomiast przebieg roczny promieniowania słonecznego przedstawiono w rozdziale 4.2. Proponuję zmianę tytułu tego rozdziału ze „Zmiany roczne” na „Przebieg roczny”. Także w tabeli 8 w pierwszym wierszu należy zamieścić wartości średnie wieloletnie.

Najważniejsze wyniki pracy zawiera rozdział 5. Oryginalne jest przedstawienie współczynników korelacji między sumami promieniowania słonecznego w Polsce w poszczególnych porach roku a ciśnieniem atmosferycznym, nad Europą i Północnym Atlantykiem (rys. 23). Najsilniej wpływa na zwiększenie promieniowania słonecznego w Polsce w lecie wzrost ciśnienia nad południową Skandynawią i Europą Środkową, w jesieni nad Polską i Europą Wschodnią oraz w zimie nad Europą Wschodnią. Autorka wykazała też istotny wpływ na sumy promieniowania całkowitego w Polsce kierunków adwekcji mas powietrznych (rozdział 5.2). Zdecydowanie najwyższe sumy związane są z adwekcją kontynentalnego powietrza ze wschodu a najmniejsze z adwekcją morskich mas powietrza znad Atlantyku (tab. 11). Najwyższe sumy dobowe promieniowania słonecznego notowane są przy antycyklonalnych typach cyrkulacji, wśród których wyróżnia się sytuacja SWA – wyżowa z adwekcją powietrza z południowego zachodu, co wiąże się z generowaniem przez ten typ cyrkulacji pogody bezchmurnej. Najmniejsze sumy promieniowania występują przy typach cyklonalnych, zwłaszcza przy typach adwekcyjnych z sektora północnego (NC, NEC, NWC). Autorka przedstawiła na mapach zróżnicowanie przestrzenne średnich dobowych sum promieniowania całkowitego na terytorium Polski w poszczególnych porach roku. W moim przekonaniu nie należy przedstawiać tych map dla roku (rys. 38), gdyż wpływ cyrkulacji na promieniowanie słoneczne ma wyraźną zmienność sezonową.

Wszystkie te trzy zagadnienia prezentowane w rozdziałach 4 i 5 stanowią nowe i oryginalne osiągnięcia naukowe Autorki. Uzyskane wyniki zostały przedyskutowane i porównane z dotychczasowymi badaniami zarówno autorów polskich jak i zagranicznych. W podsumowaniu zostały przedstawione wszystkie najważniejsze i nowe w literaturze

charakterystyki dokumentujące wpływ rozkładu ciśnienia nad Europą, kierunków adwekcji mas powietrza oraz typów cyrkulacji atmosfery na dopływ całkowitego promieniowania słonecznego do powierzchni Ziemi w Polsce. Autorka znacznie poszerzyła dotychczasową wiedzę dotyczącą relacji między cyrkulacją atmosfery a dopływem promieniowania słonecznego. Praca jest napisana poprawnie pod względem językowym. Tekst jest dobrze uzupełniony starannie wykonanymi ilustracjami i dobrze dobranymi tabelami.

Podsumowując uważam, że **poziom recenzowanej pracy mgr Kingi Kuleszy odpowiada jej przeznaczeniu jako rozprawy doktorskiej.** W pełni spełnia ona wymagania określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach i tytule naukowym (Dz. Ustaw 2003, 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami). **Rozprawa ta stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i jest wartościowym wkładem do badania zróżnicowania przestrzennego dopływu energii słonecznej do powierzchni Ziemi na terytorium Polski przy różnych warunkach cyrkulacyjnych atmosfery.** Wyniki te oprócz znaczenia naukowego mają obecnie także znaczenie praktyczne przy ocenie możliwości wykorzystania energii słonecznej dla celów gospodarczych jako jednego ze źródeł energii odnawialnej. Rozprawa potwierdza ogólną wiedzę teoretyczną doktorantki w zakresie klimatologii. **Doktorantka wykazała się w niej umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.**

Z powyższych względów **wnoszę o dopuszczenie mgr Kingi Kuleszy do dalszych etapów obrony.**



prof. dr hab. Tadeusz Allosziewicz