



Poznań 28.08.2024 r.

Prof. dr hab. Leszek Kolendowicz
Zakład Meteorologii i Klimatologii

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr. Wojciecha Pilorza**

pt: „*Detekcja, charakterystyka klimatologiczna oraz skutki groźnych zjawisk meteorologicznych w Polsce*”

Ocenę rozprawy doktorskiej mgr. Wojciecha Pilorza sporządzono na podstawie uchwały Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego z dnia 12 lipca 2024 r. Rozprawa została napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Ewy Łupikaszy.

Na przedłożoną rozprawę składa się cykl trzech artykułów naukowych opublikowanych w latach 2022-2024 w czasopismach ujętych w ministerialnym wykazie czasopism, związanych pod względem merytorycznym z gwałtownymi zjawiskami meteorologicznymi o charakterze konwekcyjnym. Dwa artykuły opublikowano w czasopiśmie Atmospheric Research a jeden w International Journal of Disaster Risk Reduction. Uwagę zwraca wysoki Impact Factor wynoszący odpowiednio 5,5 oraz 5 dla wymienionych czasopism. Wszystkie artykuły składające się na rozprawę doktorskie są współautorskie. Zgodnie z załączonymi oświadczeniami wkład Doktoranta w opracowanie artykułów był znaczny i obejmował we wszystkich pracach: sformułowanie problemu badawczego, opracowanie metodologii badań, koncepcję struktury pracy, pisanie manuskryptu oraz koordynację pracy współautorów. O istotności poruszanych zagadnień w opublikowanych pracach świadczy cytowanie artykułów napisanych w roku 2022 i 2023 odpowiednio 6. i 5.rotnie. Oprócz artykułów składających się na rozprawę Doktorant opublikował jeszcze 7 prac naukowych związanych również z zagadnieniami odnoszącymi się do zjawisk konwekcyjnych.

Artykuły naukowe składające się na rozprawę doktorską, załączone w końcowej części opracowania, poprzedzone zostały częścią wstępną, na którą składają dwa rozdziały. W pierwszym z nich przedstawiono: CV Doktoranta, spis artykułów opublikowanych przez Autora rozprawy, krótkie streszczenie autoreferatu, opis wkładu Doktoranta i oświadczenia współautorów o wkładzie w artykuły składające się na recenzowaną rozprawę oraz streszczenie rozprawy w języku polskim i angielskim.

W drugim rozdziale zatytułowanym „Przewodnik po rozprawie doktorskiej” przedstawiono: motywację do podjęcia badań oraz uwagi Doktoranta dotyczące istotności poruszanych kwestii w świetle obserwowanych współcześnie zmian klimatu, opis stanu obecnej wiedzy naukowej odnoszącej się do tematu rozprawy, cel rozprawy, obszar badań opis baz danych z których korzystano w rozprawie, opis zastosowanych w poszczególnych artykułach metod badawczych, rezultatów badań oraz podsumowanie i wnioski. Na końcu rozdziału załączono spis literatury wykorzystanej w rozprawie doktorskiej.

Opisany układ rozprawy doktorskiej jest logiczny i bardzo klarowny, ułatwiający czytelnikowi podążanie za tokiem rozumowania Doktoranta oraz rozumienie przedstawionych zagadnień. Rozprawa napisana została również poprawnie pod względem językowym. Świadczy to o wiedzy Doktoranta dotyczącej poprawnej struktury pracy naukowej w zakresie nauk ścisłych i przyrodniczych, jak również o łatwości jasnego formułowania tekstu o charakterze naukowym oraz dużej dbałości o formę oraz treść przekazywanych informacji.

Celem rozprawy doktorskiej mgr. Wojciecha Pilorza było „zbadać zmienność przestrzenno-czasową groźnych zjawisk meteorologicznych ze szczególnym uwzględnieniem dużego gradu, ich skutków oraz ocena możliwości ich detekcji i nowcastingu na podstawie obrazów radarowych”. Doktorant wyznaczył sobie również trzy cele cząstkowe, z których każdy był realizowany w oddzielnym, kolejnym artykule składającym się na recenzowany cykl prac. Pewne wątpliwości moim zdaniem budzi samo sformułowanie celu rozprawy jako „zbadać zmienność...”. Uważam, że może lepszym merytorycznie byłoby użycie sformułowania „określenie”. Sformułowanie „zbadać zmienność...” sugeruje przeprowadzenie badań dla samego badania a nie chęć rozwiązania postawionego problemu.

Cele cząstkowe rozprawy dotyczyły:

1. Wprowadzenia nowych wskaźników detekcji opadów dużego gradu oraz weryfikacja ich możliwości wykorzystania w detekcji opadów gradu (artykuł nr 1),
2. Określenia warunków meteorologicznych występowania gradobić oraz weryfikacja przydatności reanalizy ERA5 do określenia tych warunków w odległym czasowo okresie 1948- 1955 (artykuł nr 2),
3. Określenia szczegółowych okoliczności śmierci i cech ofiar groźnych zdarzeń meteorologicznych (artykuł nr 3).

Biorąc pod uwagę istotność zagadnień związanych ze sformułowaniem celem rozprawy a w tym:

1. dążenie środowiska naukowego do opracowania coraz lepszych algorytmów służących detekcji opadów gradu,
2. opracowanie klimatologii opadów gradu – zagadnienia rzadko poruszanego w literaturze naukowej czy możliwości wykorzystania niedawno udostępnionej bazy danych ERA5 do

szczegółowego określenia przeszłych warunków meteorologicznych związanych z opadami gradu, jak również

3. po raz pierwszy w literaturze przedmiotu opracowanie dla obszaru środkowej części Europy charakterystyki czasowo-przestrzennej i demograficznej ofiar groźnych zjawisk meteorologicznych,

cel rozprawy doktorskiej jest jak najbardziej uzasadniony.

Po przedstawieniu celu badań Doktorant prezentuje krótki opis obszaru badań. Uwagę zwracają w tym miejscu niezbyt dobrze moim zdaniem dobrane kolory w oznaczeniu obszarów badawczych w artykułach 1 i 2 oraz w artykule 3. Różnice pomiędzy barwami powinny być większe.

W kolejnym podrozdziale zostały zaprezentowane bazy danych, z których korzystano podczas rozwiązywania celu rozprawy. Wszystkie badania zostały wykonane w oparciu o podlegającą surowej weryfikacji Europejską Bazę Danych o Groźnych Zjawiskach Pogodowych (European Severe Weather Database – ESWD), prowadzoną przez European Severe Storm Laboratory (ESSL). Kryteria dla zjawisk raportowanych do wymienionej bazy (v wiatru ≥ 90 km/h, opady dużego gradu ≥ 2 cm, silne opady deszczu lub śniegu, silne oblodzenia, trąby powietrzne, istotnie szkodliwe uderzenia piorunów, czy lawiny) zostały wykorzystane w recenzowanej rozprawie doktorskiej. Uwagę zwraca fakt poprawnego wykorzystania serii danych z bazy ESWD dopiero od roku 2010 ze względu na znacząco niższą ich liczbę z lat wcześniejszych, co wynika z rozwoju Internetu, mediów społecznościowych oraz większego zainteresowania społecznego niebezpiecznymi zjawiskami pogodowymi w ostatnich latach. W rozprawie skorzystano również z raportów o gradzie z lat 1948-1955. Warto w tym miejscu nadmienić, że raporty o gradzie zostały wprowadzone do bazy danych ESWD dzięki realizacji recenzowanej pracy. Poza wymienionymi korzystano również z danych z bazy ESWD dotyczących okoliczności śmierci ofiar gwałtownych zdarzeń meteorologicznych, uzupełnianych dodatkowymi informacjami na temat wypadków z innych źródeł.

Ponadto w recenzowanej rozprawie korzystano z danych radarowych IMGW PIB z ośmiu radarów tworzących system radarów meteorologicznych – POLRAD. Ze względu na lepszą rozdzielczość wybrano skany dopplerowskie o zasięgu 125 km.

W trakcie obliczeń wskaźników konwekcyjnych wykorzystano dane z hybrydowych poziomów sigma reanalizy ERA5, która charakteryzuje się najlepszą rozdzielczością w porównaniu z pozostałymi wcześniejszymi reanalizami. Ponadto w artykule nr 1 wykorzystano dane radiosondażowe ze stacji w Popradzie i Lindenbergu.

W kolejnym rozdziale Doktorant przedstawia zastosowaną w poszczególnych artykułach rozprawy metodykę badawczą. W artykule nr 1 dokonano detekcji opadów dużego gradu wykorzystując wskaźnik wodności scałkowanej w pionie w obrębie wybranych izoterm (VIL)(izotermy 0°C i -25°C , -10°C i -19°C , -5°C i -12°C , oraz -12°C i -25°C) dla minimalnej wartości wskaźnika odbiciowości CMAX komórki burzowej większej od 40dBZ. Skuteczność detekcji gradu za pomocą

wprowadzonych wskaźników porównano ze skutecznością stosowanego wskaźnika CAPPI₈ i ryzykiem wystąpienia gradu Waldvogela. Weryfikację skuteczności wskaźników przeprowadzono na podstawie tabeli kontyngencji.

W artykule nr 2 dokonano porównania siedemnastu wskaźników konwekcyjnych towarzyszących gradobiciom na obszarze Polski w dwóch okresach: 1948-1955 i 2015-2022. Wskaźniki obliczono na podstawie reanalizy ERA5 dla okresu do 4 godzin przed i do 4 godzin po wystąpieniu gradu. W analizach uwzględniono różne średnice gradzin: 2,0-4,9 cm oraz ≥ 5 cm. Ponadto dla okresu 2015-2022 wyróżniono kategorię gradzin o średnicy ≥ 8 cm.

W artykule nr 3 dokonano kreślenia okoliczności śmierci ofiar gwałtownych zdarzeń meteorologicznych takich jak: silne porywy wiatru, silne opady deszczu, wyładowania atmosferyczne i lawiny. Badaniom poddano obszar Europy Środkowej i częściowo zachodniej w okresie 2010-2020.

W dalszej części autoreferatu Doktorant opisuje uzyskane w poszczególnych artykułach rezultaty badawcze. Publikacja nr 1 realizowała pierwszy z postawionych celów szczegółowych rozprawy, czyli wprowadzenia nowych wskaźników detekcji opadów gradu wykorzystujących wodność scałkowaną w pionie pomiędzy wybranymi poziomami izotermicznymi. Uzyskane rezultaty wskazują, że skuteczność detekcji gradu za pomocą wprowadzonych wskaźników jest porównywalna z dotychczas stosowanymi metodami, ze wskazaniem na stosowany powszechnie wskaźnik CAPPI₈, jako najbardziej skuteczny. W przypadku analiz uwzględniających opady gradu o średnicy większej od 4 cm najbardziej skutecznym okazał się proponowany wskaźnik VIL₂₅₋₂₀. Najbardziej wartościową i oryginalną częścią artykułu jest propozycja obliczania wskaźnika wodności atmosfery w bardzo wąskich przedziałach izoterm, co możliwe było przy wykorzystaniu wysoko rozdzielczych danych z reanaliz ERA5.

Publikacja nr 2 była próbą realizacji drugiego celu szczegółowego rozprawy, czyli określenia warunków meteorologicznych występowania gradobić w okresie 2015-2022 oraz weryfikacja przydatności reanalizy ERA5 do określenia tych warunków w odległym czasowo okresie 1948- 1955. Uzyskane rezultaty badawcze wskazują, pomimo większej liczby raportów gradowych z okresu 1948-1955 w porównaniu z latami 2015-2022, na korzystniejsze warunki powstawania opadów gradu w okresie współczesnym. Mimo pozornej sprzeczności uzyskanego rezultatu, przyczyna tego faktu związana jest z lepszym sposobem raportowania opadów gradu w przeszłości oraz gorszą reprezentatywnością danych z reanalizy ERA5 obejmujących lata 40. i 50. XX wieku. Potwierdzono również dotychczasowe rezultaty badań innych autorów wskazujące, że opady gradu w Polsce powstają przy znacznej chwiejności termodynamicznej atmosfery i umiarkowanych wartościach ścinania wiatru. Uważam, że najbardziej wartościowym osiągnięciem publikacji jest opracowanie rozkładu przestrzennego liczby dni z gradem na podstawie danych z bazy ESWD oraz wnioski dotyczące konieczności zmiany sposobu raportowania opadów gradu w Polsce oraz ponownego wprowadzenia

centralnego systemu zbierania danych o występowaniu opadów gradu z wykorzystaniem narzędzi angażujących społeczeństwo.

W publikacji nr 3 zrealizowano postawiony trzeci cząstkowy cel rozprawy, czyli określono okoliczności śmierci i cechy demograficzne ofiar groźnych zjawisk meteorologicznych. W rezultacie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w okresie badawczym na wziętym pod uwagę obszarze badań zginęło na skutek występowania groźnych zjawisk meteorologicznych 801 osób, z czego 43% było ofiarami lawin, 26% silnego wiatru, 19% wyładowań atmosferycznych a 12% silnych opadów deszczu. Tornada spowodowały śmierć dwóch osób. Gradobicia nie były przyczyną śmierci lecz zranień 110 osób. Ważnym z punktu widzenia bezpieczeństwa społecznego było stwierdzenie, że największą grupę ofiar wyładowań atmosferycznych stanowiły osoby chroniące się w czasie burzy pod drzewami (25%) a także uprawiające trekking lub wspinaczkę w górach (23%). Warty podkreślenia jest fakt, że przeprowadzone badania są pierwszym kompleksowym opracowaniem okoliczności śmierci na obszarze Europy Środkowej, których przyczyną są groźne zjawiska meteorologiczne.

Biorąc pod uwagę dotychczasowy stan badań dotyczący opadów gradu oraz skutków gwałtownych zjawisk meteorologicznych w literaturze o zasięgu międzynarodowym należy stwierdzić, że uzyskane rezultaty badawcze zaprezentowane w recenzowanej rozprawie doktorskiej z jednej strony pozwoliły na potwierdzenie wyników wcześniejszych prac dotyczących uwarunkowań termodynamicznych i kinematycznych opadów gradu, z drugiej natomiast dały możliwość ich uszczegółowienia oraz poszerzenia dotychczasowej wiedzy dotyczącej wartości wybranych wskaźników termodynamicznych i kinematycznych przyczyniających się do jego powstania, jak również uzupełniły wiedzę o rozkładzie przestrzennym liczby dni z gradem w Polsce. Uważam, że część rezultatów rozprawy ma charakter aplikacyjny, przydatny w prognozowaniu występowaniu opadów gradu. Za bardzo wartościową część rozprawy należy uznać artykuł trzeci, będący pierwszym tego typu opracowaniem w Europie Środkowej.

Podsumowując recenzję stwierdzam, że **rozprawa doktorska mgr. Wojciecha Pilorza pt: „Detekcja, charakterystyka klimatologiczna oraz skutki groźnych zjawisk meteorologicznych w Polsce” stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.** Ponadto, analiza składających się na recenzowaną rozprawę artykułów jednoznacznie wykazuje bardzo dobre obeznanie Doktoranta z literaturą przedmiotu badań, jak również metod badawczych, w tym w wielu przypadkach skomplikowanych i wymagających dużej wiedzy z zakresu fizyki atmosfery czy synoptyki. Doktorant korzystał w trakcie realizowania poszczególnych zadań badawczych rozprawy z dużej liczby bardzo różnorodnych i skomplikowanych baz danych. Recenzowana rozprawa doktorska **wykazuje zatem ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta dotyczącą uwarunkowań występowania opadów gradu oraz skutków groźnych zjawisk meteorologicznych** na bardzo wysokim poziomie akademickim. Uzyskane rezultaty badawcze oraz ich publikacja w prestiżowych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, jak również duży udział własny doktoranta w opublikowanych artykułach składających się na rozprawę

doktorską jednoznacznie wskazują, że **Doktorant wykazuje umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej** i można uznać Go za specjalistę w zakresie wiedzy dotyczącej opadów gradu czy skutków gwałtownych zjawisk pogodowych.

Uwagi krytyczne zawarte w recenzji są w części uwagami o charakterze dyskusyjnym i nie wpływają istotnie na wartość merytoryczną rozprawy doktorskiej.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska spełnia wymogi określone ustawą z dnia 14 marca 2003 roku *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz.U. 2017 r., poz.1789 ze zm.), w związku z artykułem 179 ust. 2 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. *Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2022 r., poz.2306 ze zm.) i stawiam wniosek do Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego o dopuszczenie mgr. Wojciecha Pilorza do kolejnych etapów przewodu doktorskiego, w tym do publicznej obrony.

Uwzględniając wysoki poziom naukowy artykułów składających się na rozprawę doktorską oraz bardzo dobre przygotowanie całości rozprawy w tym autoreferatu przez Pana mgr. Wojciecha Pilorza składam wniosek o wyróżnienie rozprawy.

