

Wpłynęło do IGiGP dnia

2018-09-24 Wrocław, 20 września 2018

Prof. dr hab. Krzysztof Mięgała
Uniwersytet Wrocławski
Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska
Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgra Krzysztofa Jurczaka

pt. „ Niskie inwersje temperatury powietrza w Dołach Jasielsko – Sanockich”

promotor: prof. dr hab. Zbigniew Ustrnul

Tekst rozprawy doktorskiej mgr Krzysztofa Jurczaka wraz z 98 rycinami i 55 tabelami liczy 181 stron. Problem badawczy jest omawiany i dyskutowany w oparciu o 130 pozycji literatury anglojęzycznej i polskiej z bogatym spektrum tematyki o środowisku i regionie.

Ocena doboru tematu, celu i zakresu pracy

Umiejętne rozpoznanie warunków tworzenia się i występowania niskich inwersji temperatury powietrza ma znaczenie dla bezpieczeństwa drogowego, energetycznego, dla oceny warunków kształtujących jakość powietrza i zdrowie publiczne. Pomimo istnienia wieloletnich, klimatologicznych serii pomiarowych i innych archiwalnych, dedykowanych szeregów czasowych pomiarów meteorologicznych dopiero współczesne technologie informatyczne i bazy danych przestrzennych pozwalają na ich wykorzystanie w budowaniu wiedzy o możliwościach aplikacyjnych, tak aby uzyskane wyniki zastosować w działaniach operacyjnych służb meteorologicznych w skali regionalnej a nawet lokalnej. Doktorant podejmując się pracy badawczej, której głównym celem jest określenie zróżnicowania czasowego i przestrzennego inwersji termicznych powietrza w skali mezoregionalnej i klimatu lokalnego oraz określenie wpływu cyrkulacji atmosfery na ich kształtowanie włącza się w ważny nurt nauk o atmosferze, określanej jako klimatologia synoptyczna. Nurt takich opracowań nieprędko straci na swojej wadze i aktualności ze względu na nasilone skutki zmian klimatu a w szczególności ze względu na charakter aplikacyjny służący monitorowaniu stanu środowiska i jakości życia.

Ocena oryginalności rozprawy

Zagadnienie niskich inwersji temperatury na obszarze o urozmaiconej rzeźbie, jakim są Doły Jasielsko-Sanockie potraktowano w przedstawionej dysertacji możliwie szeroko. Zjawisko to przedyskutowano w wielu aspektach: od zmienności temperatury, pionowego zasięgu, częstości i prawdopodobieństwa występowania, sezonowości, po uwarunkowania cyrkulacyjne, gdzie dokonano

typologii i określono wzorce pola barycznego sprzyjające niskim inwersjom termicznym oraz przeprowadzono analizę klimatologiczną wieloletnich zmian inwersji i dokonano charakterystyki przypadków ekstremalnych.

Ocena doboru i zastosowania metod i narzędzi badawczych

Oceniana rozprawa doktorska powstała na bazie różnych serii danych termicznych oraz danych określających warunki cyrkulacyjne. Informacje o temperaturze powietrza pochodzą z dwóch źródeł. Pierwszą, podstawową grupę danych stanowi pięcioletnia seria pomiarów ze stacji synoptycznej w Krośnie (329m npm) oraz z dwóch posterunków klimatologicznych (Krosno i Iwonicz Zdrój, odpowiednio 282m oraz 450m npm) obejmująca okres 1985-1989. W analizie wykorzystano informację o dobowej temperaturze maksymalnej oraz minimalnej, z których też wyliczono wartości średniej dobowej temperatury powietrza. Druga grupa to dane gridowe o rozdzielczości przestrzennej $0,1^\circ$ siatki geograficznej, pochodzące z międzynarodowego projektu CARPATCLIM i obejmujące wielolecie 1961-2010. Dwadzieścia dwa punkty węzłowe z tej bazy danych pokrywają badany obszar a do analizy wybrano trzy punkty tj. Krosno (352m npm), Łęki Dukielskie (452m npm) oraz Iwonicz Zdrój z punktem na wysokości 554 m npm.

Drugą grupę danych stanowią dane o cyrkulacji atmosferycznej obejmujące wielolecie 1961-2010. Są to dane i mapy synoptyczne dotyczące typów cyrkulacji atmosferycznej i rodzajów mas powietrza nad Polską, w tym uznany i sprawdzony kalendarz typów cyrkulacji dla dorzecza górnej Wisły, autorstwa prof. T. Niedźwiedzia. Gridowe dane o ciśnieniu atmosferycznym na poziomie morza i prędkości wiatru na poziomie 1000hPa zaczerpnięto z bazy ERA-INTERIM utworzonej z reanaliz przeprowadzonych przez Europejskie Centrum Prognoź Średnioterminowych (ECMWF). Do wykreślenia map wykorzystano punkty węzłowe obejmujące domenę Polski i sąsiedztwa natomiast do szczegółowych analiz i obliczeń korelacji wykorzystano dane z godz. 6 UTC dla 9 gridów zlokalizowanych w sąsiedztwie badanego obszaru, rozmieszczonych w siatce co $0,75^\circ$ współrzędnych geograficznych.

W opracowaniu zastosowano szereg uznanych w naukach o atmosferze metod statystycznych od statystyki opisowej, po korelacje i równania regresji i rozkłady prawdopodobieństwa. Do wyznaczenia typów cyrkulacji atmosferycznej odpowiedzialnych za niskie inwersje temperatury powietrza użyto analizy głównych składowych (*principal component analysis*, PCA) z zastosowaniem empirycznych funkcji ortogonalnych (Empirical Orthogonal Function, EOF)

W procedurach obliczeniowych Autor kierował się świadomością ułomności krótkich bo pięcioletnich serii pomiarowych w poszukiwaniu statystycznych zależności. Wykonano więc szereg obliczeń porównawczych pomiędzy seriami pomiarowymi a danymi gridowymi z bazy Carpatclim. Pomimo

uzyskania wysokich korelacji wątpliwości Autora wzbudziły zdarzające się różnice w wartościach bezwzględnych temperatury. Skłoniło to do słusznego zabiegu do wyznaczenia równań regresji pomiędzy trzema stacjami pomiarowymi a odpowiadającymi im punktami gridowymi. Zabieg ten umożliwił konstrukcję wieloletnich szeregów czasowych dla stacji w Krośnie i Iwoniczu Zdrój a w konsekwencji pozwolił na analizę klimatologiczną.

Ocena formalnej strony pracy

Oceniana dysertacja doktorska składa się z dziesięciu zasadniczych rozdziałów. W pierwszym rozdziale nazwanym „Wstęp” Autor przedstawia cel pracy, zwięźle nakreśla charakterystykę fizyczno-geograficzną obszaru, opisuje stacje pomiarowe i zakres materiałów źródłowych, przedstawia metody i etapy opracowania, zwracając uwagę na problemy metodyczne wynikające z różnorodności danych. Nie zabrakło także omówienia obecnego stanu badań i trendów badawczych w świecie oraz w kraju.

Pewnym mankamentem jest to, że opisu zastosowanych metod i procedur statystycznych nie zawarto w jednym miejscu, szczególnie jeżeli chodzi o zastosowaną ideę „gridów referencyjnych” oraz utworzenie „bazowej serii danych” i sposób weryfikacji uzyskanych wyników.

W rozdziale drugim „Inwersje temperatury w świetle wykorzystanych danych” omówiono pierwsze wyniki analiz. Porównano serie pomiarowe z danymi gridowymi projektu CARPATCLIM, przedstawiono wyniki „bazowej serii danych” powstałej poprzez zastosowanie równań regresji, następnie w konfrontacji z pięcioletnią serią pomiarową pokazano różnice ogólnych cech termicznych oraz częstości inwersji według temperatur minimalnych oraz maksymalnych. Autor nie ustrzegł się od błędu technicznego mylnie podając w tytule podrozdziału 2.3, że analizowany jest okres 1960-2010. Dopiero w podrozdziale 2.4 dane dla okresu 1985-1989 porównywane są z „bazową serią danych” charakteryzujących wielolecie 1961-2010. Wyniki analizy porównawczej Autor zawiera w końcowej części podrozdziału 2.4 konkludując m.in., że liczba dni z inwersją według temperatury minimalnej obliczona na podstawie „serii bazowej” (czyli tej korygowanej równaniami regresji) jest większa niż liczona według bazy CARPATCLIM i bliższa wynikom uzyskanym na podstawie pomiarów. Tu rodzą się wątpliwości bo rycina nr 48 do takiej konkluzji nie prowadzi. Pokazanych tam inwersji w latach 1985-1989 zidentyfikowanych według pomiarów jest o ok.40-50 dni mniej niż tych wynikających ze skorygowanej „serii bazowej”. Wydaje się, że konkluzje te powinny być wsparte ryciną jednocześnie ukazującą różnice pomiędzy analizowanymi danymi tj. pomiar – baza CARPATCLIM – seria bazowa.

Z drugiej strony, porównanie danych pomiarowych z serią bazową przedstawione w tabeli i na rycinach (str. 59-60) mogą potwierdzać konkluzję Autora, mimo że do rycin tych wkradł się istotny błąd redakcyjny bowiem opis osi pionowych mówi o temperaturach minimalnych a podpisy rycin

wskazują na temperatury maksymalne. Błędy takie wymuszają zwiększenie uwagi i czujności czytelnika.

Z merytorycznego punktu widzenia i z punktu organizacji układu rozdziałów wydaje się, że zbędnym zabiegiem było wydzielenie rozdziałów 2.3 oraz 2.4 a nawet rozdziału kolejnego tj. trzeciego, w którym przedstawiono wybrane cechy stosunków termicznych w wieloleciu 1961-2010.

W kolejnych rozdziałach Autor skupia się na analizie uzyskanej serii bazowej tj. danych dla stacji klimatologicznych w Iwoniczu Zdrój i Krośnie oraz stacji synoptycznej w Krośnie, ekstrapolowanych dla wielolecia 1961-2010. Rozdział czwarty traktuje o „Pionowym zasięgu inwersji powietrza”. Autor wydziela dwa typy (tworzące łącznie trzy podtypy) inwersji temperatury, wyraźnie rozróżniane zasięgiem (miąższością warstwy) i przebiegiem temperatury pomiędzy Krosnem a Iwoniczem Zdrój. Według rozpoznanych typów oceniona jest ich częstość w roku i kolejnych miesiącach, a najciekawszą informacją jest wyliczone prawdopodobieństwo natężenia inwersji temperatury w wydzielonych typach inwersji i zdefiniowanych dwóch warstwach inwersyjnych, jednej płytszej dotyczącej najbliższego otoczenia Krosna i drugiej znacznie miąższej, bo w profilu Krosno - Iwonicz Zdrój

W rozdziale piątym podjęte są rozważania na temat cyrkulacyjnych uwarunkowań występowania inwersji temperatury powietrza. W kontekście występujących typów cyrkulacji atmosferycznej i rodzajów mas powietrza badana jest częstość zjawiska w dwóch wspomnianych warstwach inwersyjnych. Analiza wskazuje na istotną częstość niskich inwersji temperatury na badanym obszarze, wnioski mówią o odmienności warunków kształtowania się inwersji temperatury minimalnej w porównaniu z temperaturą maksymalną i mało trwałych inwersjach całodobowych, których liczba spada z wysokością względną.

Utylitarny charakter mają wnioski zawarte w rozdziale następnym, gdzie w kontekście typów cyrkulacji atmosferycznej, rodzajów mas powietrza oraz ich częstości badane jest prawdopodobieństwo występowania inwersji temperatury.

W kolejnym postępowaniu (rozdział siódmy) Autor zajął się typologią cyrkulacji i rozkładami ciśnienia sprzyjającymi inwersjom temperatury. Dla wyróżnionych wcześniej inwersji termicznych w zakresie temperatury minimalnej dla warstwy powietrza Krosno – Iwonicz Zdrój wyznaczono wzorce rozkładu ciśnienia atmosferycznego za pomocą funkcji ortogonalnych EOF w analizie składowych głównych PCA. Ta obiektywna metoda zastosowana w niniejszej pracy potwierdziła wnioski uzyskiwane metodami subiektywnymi o rodzajach i lokalizacji układów barycznych kształtujących zjawisko inwersji.

Uwieńczeniem analizy wieloletnich szeregów czasowych są dwa następne rozdziały. W ósmym rozdziale oceniono wieloletnią zmienność inwersji temperatury powietrza w wydzielonych typach inwersji i zdefiniowanych dwóch warstwach inwersyjnych. Autor dostrzega kilka generalnych

prawidłowości dotyczących fluktuacji i trendu zmian. Szkodą dla uzyskanych wyników jest brak powiązania z fluktuacjami warunków cyrkulacji atmosferycznej i tendencją zmian ogólnych warunków termicznych. Do ciekawych konkluzji doprowadziłaby także analiza w skali sezonów kwartałowych i półroczy, gdyż ujawniłaby zmiany w okresach preferowanych dla tworzenia się zjawiska inwersji temperatury. Naturalną konsekwencją analizy wielolecia jest zwrócenie uwagi na przypadki ekstremalne, czemu poświęcony jest kolejny rozdział. Dla ekstremalnych zdarzeń o największym natężeniu (3 przypadki) i najdłużej występujących (6 zdarzeń o czasie trwania od 9 do 22 dni) omówiono warunki synoptyczne i przedstawiono charakterystykę warunków termicznych.

Ostatni, dziesiąty rozdział zawiera podsumowanie i wnioski. Autor podkreśla m.in., że inwersje temperatury powietrza są jedną z cech charakterystycznych, kształtujących stosunki termiczne badanego obszaru. Wymienione są najważniejsze cechy w rozkładzie przestrzennym i czasowym, w którym uwzględnione są wydzielone typy inwersji i dwie warstwy inwersyjne. Autor ukazuje, że inwersje temperatury minimalnej i temperatury maksymalnej kształtują się odmiennie i podkreśla rolę cyrkulacji atmosferycznej, której typy decydują o prawdopodobieństwie występowania i dostrzega różnice w trendach zmian liczby inwersji w wieloleciu. W końcowej części wniosków Autor odnosi się do jakości i sposobu wykorzystania danych źródłowych i wyników modelowania klimatologicznego oraz wskazuje na użyteczność uzyskanych wyników, szczególnie jako materiał pomocniczy w zakresie prognozowania występowania inwersji temperatury powietrza.

W podsumowaniu należy powiedzieć, że praca jest ciekawa i oryginalna, pomimo wykazanych szeregu niedoskonałości i po niezbędnych korektach powinna ukazać się w postaci publikacji.

(Mój osobisty wielki szacunek budzi ostatni akapit tekstu „Od Autora” zamieszczony na stronie 181 a poświęcony „Rodzicom 11 magistrów różnych polskich uczelni”).

Najważniejsze osiągnięcia

Zagadnienie niskich inwersji temperatury na obszarze o urozmaiconej rzeźbie, jakim są Doły Jasielsko-Sanockie potraktowano w przedstawionej dysertacji możliwie szeroko. Analiza danych, jakimi była kilkuletnia seria pomiarów temperatury powietrza w profilu hipsometrycznym Krosno – Iwonicz Zdrój oraz skorygowana wieloletnia seria danych gridowych wraz informacją o cyrkulacji atmosferycznej umożliwiła Autorowi uzyskanie wyników, z których za najważniejsze można uznać:

- ocenę przydatności danych gridowych do analiz zjawisk meteorologicznych w skali mezoregionu dla obszaru urozmaiconej rzeźbie terenu;
- adaptację wieloletniej serii danych gridowych do analizy zjawisk w skali mezoregionu poprzez aplikację równań regresji na podstawie serii pomiarowych;
- zdefiniowanie wzorców struktury przestrzennej pola barycznego objaśniające warunki tworzenia się zjawiska inwersji termicznej w badanym regionie (Wzorce te mogą stanowić

element procedur prognozowania zjawisk w skali regionu dla obszaru o urozmaiconej rzeźbie;

- ocena zmian w wieloleciu 1961-2010 ilości zdarzeń i natężenia zjawiska niskiej inwersji temperatury powietrza w skali mezoregionalnej w kontekście typów cyrkulacji atmosferycznej.

Wniosek

Uważam, że oceniana dysertacja doktorska jest oryginalnym dziełem naukowym, wnoszącym wartościowy wkład z walorami aplikacyjnymi do zarówno do klimatologii regionalnej jak i meteorologii synoptycznej z podkreśleniem znaczenia dla bezpieczeństwa drogowego, energetycznego, dla jakości powietrza i zdrowia publicznego. Uzyskane wyniki są efektem dużej wiedzy, zdobytego doświadczenia oraz woli i umiejętności samodzielnej pracy naukowej.

Stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska spełnia wszystkie wymagania określone w artyku 13 ust.1 Ustawy z dnia 14.03.2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym w zakresie sztuki i wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego o dopuszczenie Pana mgr. Krzysztofa Jurczaka do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim

Krzysztof Migala

