

Prof. dr hab. Bogusław Michał Kaszewski,
Zakład Meteorologii i Klimatologii
Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej UMCS
al. Kraśnicka 2cd
20-718 Lublin

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Moniki Lisowskiej pt. „Wpływ warunków cyrkulacyjnych na zmiany prędkości i kierunku wiatru w pionie w wybranych regionach Polski”,
wykonanej pod kierownictwem dr hab. Elwiry Żmudzkiej, prof. UW
w Zakładzie Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu
Warszawskiego**

Uwagi wstępne

Temat podjęty przez mgr Monikę Lisowską poza znaczeniem naukowym jest ważny ze względu na fakt, że rozpoznanie warunków wiatrowych jest istotnym elementem wpływającym na opłacalność siłowni wiatrowych, a także na możliwość prognozy produkcji energii przez fermę wiatrową, poprzez prognozę warunków cyrkulacyjnych.

Oceniana dysertacja, opracowana przez mgr Monikę Lisowską i przedłożona Wysokiej Radzie Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, stanowi oryginalne dzieło twórcze, które liczy 209 stron maszynopisu, w tym 180 stron tekstu zasadniczego. Zawiera 104 tabele, 84 ryciny i 3 załączniki. Zgromadzona bibliografia zawiera 168 publikacji naukowych (w tym blisko 50% stanowią pozycje zagraniczne). Wykorzystane zostały także źródła internetowe oraz normy wiatrowe.

Recenzowane opracowanie składa się z pięciu rozdziałów; czterech, z wyodrębnionymi podrozdziałami drugiego i trzeciego rzędu, oraz rozdziału *Podsumowanie*.

Konstrukcja całej rozprawy jest poprawna i stanowi logiczną całość, która podporządkowana jest zasadniczemu celowi pracy, jakim jest określenie wpływu cyrkulacji atmosferycznej na wielkość zmian prędkości i kierunku wiatru z wysokością w typie krajobrazu pojeziernego oraz podgórskiego. Cele aplikacyjne to wyznaczenie zasobów energetycznych wiatru w badanych lokalizacjach oraz zbadanie związków mocy wiatru z cyrkulacją atmosferyczną.

Szczegółowa ocena pracy

Rozdział pierwszy zatytułowany *Wstęp* liczy 32 strony i jest podzielony na 4 podrozdziały dotyczące: celu pracy, wykorzystanych materiałów źródłowych i

zastosowanych metod badań i opracowań, wybranych cech obszaru badań oraz przeglądu literatury.

Podstawowy materiał źródłowy (podrozdział 1.2.1) stanowią dwa zbiory danych. Pierwszy zbiór obejmuje 10 minutowe dane o kierunku i prędkości wiatru, pochodzące z pomiarów gradientowych tych charakterystyk na wieżach wiatrowych zainstalowanych w Żeńsku (krajobraz pojezierny) z lat 2008-2009 i Ciężkowicach (krajobraz pogórski) z lat 2008-2010. Drugi zbiór stanowią dane ze stacji IMGW w Gorzowie Wielkopolskim, Szczecinie, Szczecinku, Krośnie, Nowym Sączu i Tarnowie z okresu 2007-2013. Są to średnie godzinowe wartości ciśnienia atmosferycznego, temperatury i wilgotności względnej powietrza oraz kierunku i prędkości wiatru.

Bardzo istotny dla pracy jest podrozdział 1.2.2 zawierający opis metod stosowanych w pracy. W celu określenia zmian kierunku i prędkości wiatru obliczono pionowe gradienty prędkości wiatru wyrażone w $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ na 10 m. Ze względu na lokalizację wiatromierzy dla Żeńska wzięto pod uwagę warstwę 25-50 m n.p.g, a Ciężkowic 10-40 m n.p.g. Do opisu cyrkulacji atmosferycznej, w przypadku Żeńska, wykorzystano typy cyrkulacji dla Polski wg J. Lityńskiego, a w przypadku Ciężkowic typy cyrkulacji dla Polski południowej wg T. Niedźwiedzia. Szkoda jednak, że uwzględnione różne klasyfikacje nie pozwalają na pełne porównanie cyrkulacyjnych uwarunkowań wiatru między tymi miejscowościami. W tym przypadku można było bowiem do tego celu wykorzystać tylko typy cyrkulacji J. Lityńskiego. Sądzę, że ze względu na brak wiedzy, doktorantka nie uwzględniła w opracowaniu kalendarza typów cyrkulacji wg T. Niedźwiedzia dla regionu północno-zachodniego (Żeńsko), który prawdopodobnie uzyskałaby od Autora klasyfikacji. (informacja o takim kalendarzu jest w pracy: Niedźwiedź T., 2006; Typologia cyrkulacji atmosfery dla Polski i metody określania regionalnych wskaźników cyrkulacji. *Annales UMCS, sec. B*, 61, 38, 326-335). Do opisu cyrkulacji atmosferycznej wykorzystano także wartości geopotencjału na wysokości 700 i 1000 hPa pochodzące z bazy NCEP/ NCAR Reanalysis. Na ich podstawie wyliczono wskaźnik wirowości pola ciśnienia dla dwóch obszarów, w środku których leżały analizowane punkty. Z kolei, do opisu przepływu powietrza nad dwoma uwzględnianymi obszarami wykorzystano wektor wiatru geostroficznego, na podstawie godzinnych wartości ciśnienia i temperatury, za okres funkcjonowania masztów wiatrowych. W celu oszacowania prędkości wiatru w obu punktach wykorzystano wzór logarytmiczny i parametry szorstkości terenu na podstawie map topograficznych, zdjęć lotniczych i rekonesansu terenu. Do oszacowania potencjału energetycznego wiatru zastosowano dwie metody - meteorologiczną i

statystyczną. Dobór metod badawczych oraz technik prowadzenia badań są prawidłowe i adekwatne do istniejących potrzeb.

Podrozdział 1.3 poświęcony jest charakterystyce obszarów badawczych. W podrozdziale 1.4 autorka dokonała przeglądu literatury w podziale na literaturę dotyczącą zmian wiatru w profilu pionowym oraz dotyczącą zasobów energetycznych wiatru. Wiele cytowanych pozycji literatury, w tym większość prac zagranicznych pochodzi z ostatnich kilku lat, co wskazuje na dobrą znajomość, przez Autorkę, bieżącej literatury. Dziwi jednak fakt, że doktorantka nie zamieściła w spisie literatury swojej pracy z roku 2014 dotyczącej „Zależności zmian prędkości wiatru wraz z wysokością od cyrkulacji atmosferycznej na przykładzie Żeńska (2008-2009)” zamieszczonej w czasopiśmie *Prace i Studia Geograficzne*.

W rozdziale 2 przeanalizowano zmiany kierunku i prędkości wiatru z wysokością w dwóch typach krajobrazu - pojeziernego i pogórskiego w układzie: przestrzenne zróżnicowanie wiatru na podstawie danych z wybranych stacji meteorologicznych, charakterystyka kierunku i prędkości wiatru oraz zmiany prędkości wiatru w Żeńsku i Ciężkowicach. Dla Ciężkowic określono także zmiany kierunku wiatru z wysokością. Nie jest jasne dlaczego dwa podrozdziały (2.1.4 i 2.2.5) nie są tak samo zatytułowane, bowiem ich układ i sposób analizy danych jest bardzo podobny, a dotyczą różnic między empirycznymi i oszacowanymi prędkościami wiatru. Wyniki badań zostały poprawnie przetworzone z zastosowaniem właściwych metod statystycznych. Pewien niepokój budzą różnice w wynikach w częstości prędkości wiatru w przedziałach prędkości wiatru w Żeńsku zamieszczone we wspomnianej wcześniej pracy z 2014 roku i analizowanej rozprawie.

Najobszerniejszy w pracy jest rozdział 3, ściśle wiążący się z tematem rozprawy doktorskiej - *Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na zmiany prędkości wiatru z wysokością*. Składa się on z dwóch podrozdziałów, z których pierwszy dotyczy Żeńska, a drugi Ciężkowic. Struktura podrozdziałów jest podobna i obejmuje: charakterystykę warunków cyrkulacyjnych na Pomorzu Zachodnim i Pogórzu Ciężkowickim w latach 2007-2013 i w okresach badanych, związki pionowych gradientów prędkości wiatru ze wskaźnikiem wirowości, wiatrem geostroficznym, składowymi poziomymi gradientu ciśnienia, składowymi wiatru geostroficznego, ciśnieniem atmosferycznym, typami cyrkulacji i masami powietrznymi. Analizowany jest wpływ cyrkulacji atmosferycznej na występowanie skrajnie małych i skrajnie dużych pionowych gradientów prędkości wiatru. Dla Ciężkowic analizowane są także zmiany kierunku wiatru z wysokością. Podobnie jak w przypadku częstości prędkości wiatru występują różnice w częstości i prawdopodobieństwie warunkowym występowania pionowych gradientów prędkości wiatru poniżej 0,1 i powyżej

0,9 percentyla w Żeńsku we wspomnianej wcześniej pracy z 2014 roku i analizowanej rozprawie. Wymaga to wyjaśnienia.

Rozdział 4 zatytułowany *Zasoby energetyczne wiatru i ich uwarunkowania o charakterze aplikacyjnym*, dotyczy zasobów energetycznych wiatru w Żeńsku i Cieżkowicach i wpływu cyrkulacji atmosferycznej na te zasoby. Do obliczenia zasobów energetycznych wiatru wykorzystano dwie metody - meteorologiczną i statystyczną, opierającą się na rozkładzie Weibulla. Analiza danych pokazała, że wyniki uzyskane przy wykorzystaniu metody meteorologicznej i statystycznej w obu przypadkach są do siebie zbliżone, ale rozkład dobowy mocy wiatru jest różny, co głównie wiąże się z różną lokalizacją obu punktów. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na zasoby energetyczne wiatru był analizowany przy wykorzystaniu wskaźnika wirowości na poziomie 700 i 1000 hPa, składowych poziomego gradientu ciśnienia, wiatru geostroficznego i jego składowej południkowej oraz strefowej, a także ciśnienia atmosferycznego w wybranych punktach i typami cyrkulacji atmosfery. Jak wcześniej wspomniano w przypadku Żeńska były to typy cyrkulacji wg. kalendarza J. Lityńskiego a w przypadku Cieżkowic typy cyrkulacji wg T. Niedźwiedzia.

Rozdział 5-ostatni, to *Podsumowanie* przedstawione na ponad 7 stronach. Zapewne świadczy to o wnikliwości Autorki, lecz nieco zaciera ostrość syntezy. Rozdział ten powinien właściwie nosić nazwę *Dyskusja wyników*, bowiem Doktorantka w wielu miejscach odwołuje się do literatury, co w znacznym stopniu utrudnia wychwycenie najważniejszych wniosków z pracy. Wydaje się, że słuszniejsze byłyby syntetyczne wnioski zawarte w kilku punktach.

Do najważniejszych osiągnięć pracy można zaliczyć:

- ustalenie, że w krajobrazach o urozmaiconej rzeźbie i zróżnicowanym ukształtowaniu terenu szacowanie prędkości wiatru za pomocą wzoru logarytmicznego i potęgowego generuje dość duże błędy przeszacowania lub niedoszacowania prędkości wiatru,
- stwierdzenie, że prowadzenie pomiarów prędkości wiatru na masztach w okresie 2 lat jest zbyt krótkie,
- stwierdzenie, że mimo różnic w lokalizacji punktów, czasie pomiarów i wysokości wiatromierzy przebieg roczny i dobowy prędkości wiatru rejestrowany poniżej 50 m n.p.g a także przebieg roczny i dobowy średnich gradientów prędkości wiatru w obu typach krajobrazu ma podobny charakter,
- opisanie relacji między pionowymi gradientami prędkości wiatru, a cyrkulacją atmosferyczną pokazało, że w obu lokalizacjach najsilniejsze związki tej charakterystyki na wysokości 700 hPa wystąpiły w chłodnej porze roku,

- stwierdzenie, że przebieg dobowy mocy wiatru różni się w zależności od wysokości pomiaru,

- potwierdzenie spostrzeżenia, dotyczącego zależności mocy wiatru od cyrkulacji atmosferycznej. Najsilniejsze związki stwierdzono z wiatrem geostroficznym i ciśnieniem atmosferycznym. W obu lokalizacjach największa moc wiatru była w układach cyklonalnych.

- możliwość wykorzystania informacji o warunkach wiatrowych na danym obszarze do usprawnienia funkcjonowania farm wiatrowych.

Uwagi końcowe i ocena pracy

W nawiązaniu do przedstawionej recenzji rozprawy doktorskiej mgr M. Lisowskiej chcę odnieść się do ustawowych pytań:

1. Czy rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego?

Tak. W świetle literatury przedmiotu, do której odniosła się Autorka rozprawy, tak szerokiego spojrzenia na problem wpływu cyrkulacji atmosferycznej na wielkość zmian prędkości i kierunku wiatru, nie spotykamy w literaturze polskiej, ze względu na małą liczbę badań profilu pionowego wiatru z wykorzystaniem danych empirycznych. Mgr M. Lisowska wykorzystała obszerny zbiór danych o kierunku i prędkości wiatru oraz zastosowała szereg metod do opisu zmian kierunku i prędkości wiatru z wysokością, cyrkulacji atmosferycznej, szacowania prędkości wiatru i wyznaczenia potencjału energetycznego wiatru,

2. Czy rozprawa wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną doktoranta?

Tak. Cały tok myślowy Doktorantki nawiązuje do informacji podanych przez cytowanych autorów, krajowych i zagranicznych. Szeroka wiedza teoretyczna Doktorantki obejmuje informacje z zakresu metodyki badań (co jest potwierdzone przez obszerne cytowanie literatury) oraz odnosi się do analizy wyników (wyniki własnych badań są porównywane z wynikami innych autorów).

3. Czy doktorant wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

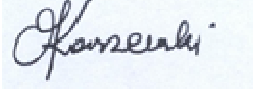
Tak. Mgr Monika Lisowska samodzielnie zaplanowała program badań, opanowała obszerną literaturę (w dużym stopniu zagraniczną), zebrała materiał empiryczny, poprawnie zanalizowała wyniki badań. Wykazała się umiejętnością pisania jasnym i zwięzłym językiem oraz właściwymi sposobami graficznej prezentacji wyników. Stosowana terminologia jest na ogół poprawna i pozwala na dobre rozumienie przedstawianych zagadnień. Lektura pracy wskazuje na samodzielny sposób prowadzenia pracy naukowej przez mgr M. Lisowską.

Reasumując uważam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr M. Lisowskiej stanowi oryginalny i wartościowy wkład naukowy do współczesnej klimatologii, a także do jej sfery metodycznej. W tak obszernym dziale Autorka jednak nie uchroniła się

przed pewnymi, wyżej opisanymi w recenzji, uchybieniami. Mam nadzieję, że zawarte w recenzji pewne krytyczne uwagi lub też wątpliwości skłonią Autorkę do szczegółowego rozważenia poruszonych kwestii oraz zachęcenia do prowadzenia dalszych badań w tym zakresie. Uwagi te nie wpływają na ogólną pozytywną ocenę całej rozprawy.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę przytoczone wyżej fakty i opinie uważam, że rozprawa doktorska mgr Moniki Lisowskiej stanowi oryginalne rozwiązanie naukowego problemu i spełnia warunki zapisane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, art. 13). W związku z tym stawiam wniosek przed Wysoką Radą Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, o przyjęcie i dopuszczenie recenzowanej rozprawy do kolejnego etapu w procedurze przewodu doktorskiego.



prof. dr hab. Bogusław A. Kaszuba

Lublin, 25 listopada 2017 r.