

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Joanny Popławskiej
pt. „Zastosowanie wybranych metod detekcji tornad i trąb powietrznych
na obszarze Polski - studia przypadków”

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska poświęcona została ocenie przydatności wybranych metod oraz wskaźników termodynamicznych do detekcji groźnych małoskalowych wirów powietrznych występujących na obszarze Polski. Uzyskane wyniki dopełnia wnikliwa charakterystyka klimatologiczna występowania rozpatrywanych zjawisk w ostatnich latach oraz w ujęciu historycznym. Od kilkudziesięciu lat, opracowania o podobnej tematyce dość często pojawiają się w literaturze światowej. Jednak zdecydowana większość z nich dotyczy zjawisk wirowych występujących w Stanach Zjednoczonych. Jednocześnie, wzrastająca liczba badań dotyczących występowania małoskalowych wirów powietrznych w Europie wykazała, że warunki meteorologiczne sprzyjające ich powstawaniu wyraźnie różnią się od panujących w Ameryce Północnej. Pomimo to, nadal brakuje szczegółowej charakterystyki lokalnych uwarunkowań powstawania zjawisk wirowych w Europie, co uniemożliwia opracowanie skutecznych procedur ich prognozowania oraz systemu ostrzegania przed ich wystąpieniem. Niniejsza praca stanowi zatem kolejny ważny krok na drodze do lepszego poznania genezy występowania małoskalowych wirów powietrznych oraz opracowania metod określania ryzyka pojawiania się rozpatrywanych zjawisk zarówno w Polsce, jak i na kontynencie europejskim.

Praca mgr Joanny Popławskiej składa się z 7 głównych rozdziałów, zawierającej 421 pozycji bibliografii, spisu tabel i rycin oraz obszernego załącznika. W sumie praca liczy 372 strony, w tym bogaty materiał ilustracyjny obejmujący 60 tabel i 236 rycin. Pracę wzbogaca wspomniany załącznik, w którym bardzo szczegółowo przedstawiono wskaźniki wykorzystane do opracowania jednej ze skal (skala EF) intensywności wirów powietrznych. Struktura rozprawy jest właściwa, poszczególne rozdziały tworzą logiczną całość i poruszają wszystkie najważniejsze zadnienia związane z tematyką pracy. Język jakim została napisana

praca jest poprawny, a wątpliwości stylistyczne, terminologiczne, potknięcia redakcyjne i w cytowaniu literatury pojawiają się sporadycznie. Niewielkiej korekty wymagają tytuły wybranych rycin i tabel, jednak usterki te nie wpływają na ocenę pracy.

Wprowadzając czytelnika w zagadnienia związane z pojawianiem się małoskalowych wirów powietrznych, Doktorantka zwróciła uwagę na potrzebę znacznie lepszego monitoringu oraz kompleksowych i bardziej szczegółowych badań tych zjawisk występujących na obszarze Europy. Stało się to podstawą sformułowania głównego celu badań Autorki, czyli oceny przydatności wybranych wskaźników termodynamicznych, a także obrazów radarowych i zdjęć satelitarnych w detekcji najgroźniejszych małoskalowych wirów powietrznych występujących w Polsce. Dodatkowym celem było określenie prawidłowości dobowego i rocznego przebiegu występowania rozpatrywanych zjawisk, a także poznanie ich wieloletniej zmienności.

Realizacja tak zdefiniowanych celów była możliwa dzięki doskonale dobranym materiałom źródłowym oraz narzędziom badawczym. Na podstawie raportów o wystąpieniu groźnych zjawisk pogodowych, które pozyskano z *European Severe Weather Database*, Doktorantka opracowała autorską bazę danych o występowaniu małoskalowych wirów powietrznych na obszarze Polski. Każdy z uwzględnionych do dalszych badań raportów został wnikliwie zweryfikowany i opisany, określono jego status wiarygodności oraz rodzaj zjawiska wirowego. Ponadto, w swoich badaniach Autorka wykorzystwała dane o stanie atmosfery uzyskane z obrazów radarowych, zdjęć satelitarnych, map synoptycznych i pionowego sondowania atmosfery oraz liczne informacje dotyczące rozpatrywanych zjawisk pochodzące ze środków masowego przekazu, w tym dokumentację fotograficzną i filmową. Ilość i dobór uwzględnionych w opracowaniu materiałów źródłowych świadczą o rozległej wiedzy i dojrzałości naukowej Doktorantki. Świadoma ograniczeń wynikających z jakości materiału źródłowego, Autorka prawidłowo wyróżniła kilka okresów badawczych pozwalających zastosować dostępne narzędzia i metody badawcze oraz uzyskać wiarygodne wyniki. W tej części pracy, po raz pierwszy zostaje przedstawiony przyjęty przez Doktorantkę podział rozpatrywanych zjawisk na tornado, trąbę powietrzną i *gustnado*, chociaż szczegółowe wyjaśnienia przyjętych kryteriów podziału podane zostały w dalszej części opracowania.

Na uznanie zasługuje także sposób w jaki mgr Joanna Popławska przedstawiła dotychczasowy stan badań poświęconych występowaniu zjawisk wirowych na świecie. W tym celu zastosowała swoiste porównanie rozwoju tego rodzaju badań prowadzonych w

Stanach Zjednoczonych i w Europie. Umiejętnie połączyła rys historyczny z merytorycznym opisem wyników uzyskanych przez autorów poszczególnych prac. Powoływanie się zarówno na najstarsze opracowania, jak i swobodne cytowanie najnowszej literatury światowej, zasługuje na bardzo wysoką ocenę. Powstały w ten sposób przegląd literatury jest nie tylko wyczerpujący i rzeczowy, ale i bardzo ciekawy. Pewien niedosyt budzi jedynie brak odwołania się do prac dotyczących występowania omawianych zjawisk w innych regionach geograficznych. W przypadku przygotowywania niniejszej rozprawy do druku sugeruję krótkie uzupełnienie przedstawionego przeglądu badań o konieczne informacje.

Wstępną część pracy kończy krótki rozdział zawierający spis pojęć i skrótów stosowanych w opracowaniu. Ułatwia on nie tylko szybkie odnalezienie niezbędnych informacji, ale także stanowi pewnego rodzaju skrócony słownik wybranych pojęć związanych z rozpatrywanymi zagadnieniami.

Teoretyczną część dysertacji stanowią dwa kolejne rozdziały pracy. Pierwszy z nich *Zjawisko tornada i trąby powietrznej* poświęcony został wnikliwemu i szczegółowemu opisowi wirów powietrznych oraz porównaniu ich do wiatrów prostoliniowych. Autorka krok po kroku przeprowadza czytelnika przez wielostopniowy podział groźnych zjawisk wiatrowych wyróżnionych ze względu na genezę i charakter ich występowania. Na szczególną uwagę zasługuje umiejętnie przedstawiona charakterystyka każdego ze zjawisk, dobrze udokumentowana materiałem ilustracyjnym, w wielu przypadkach poparta również opisem typowych sytuacji synoptycznych, podczas których badane zjawiska występują najczęściej. Obszerna wiedza Autorki umożliwiła precyzyjne wskazanie różnic i podobieństw w przebiegu poszczególnych rodzajów wiatrów, których rozróżnienie bardzo często jest zadaniem niezwykle trudnym.

W podrozdziale 2.2. Doktorantka bardzo dokładnie opisała układy konwekcyjne sprzyjające powstawaniu groźnych wirów powietrznych. Logiczną konsekwencją tej części pracy był kolejny podrozdział *Charakterystyka zjawiska tornada i trąby powietrznej*, który należy uznać za jeden z kluczowych elementów rozprawy. Przeprowadzona w nim dyskusja dotycząca definicji i wyróżniania analizowanych w pracy zjawisk zaowocowała przyjęciem przez Autorkę trzech głównych typów wirów powietrznych: tornada, trąby powietrznej oraz trąby powietrznej na linii szkwału. Sam podział, którego podstawą jest geneza zjawisk wirowych, nie budzi wątpliwości i jest szeroko stosowany w literaturze światowej. Jednak za dyskusyjne należy uznać zastosowane nazewnictwo. Sugeruje ono istnienie dwóch

zasadniczych typów najgroźniejszych wirów powietrznych: *tornada* i *trąby powietrznej*. Tym czasem, nawet z zamieszczonych w pracy definicji oraz z powszechnie stosowanego nazewnictwa wynika, że nazwy: *tornado* i *trąba powietrzna* uznawane są za synonimy. Można je również traktować jako nazwy lokalne tego samego zjawiska, często sugerujące jednocześnie jego siłę. Ponadto, co zauważa sama Autorka, nazwa *tornado* zaczyna wypierać dotychczasowe nazwy lokalne. Wydaje się zatem, że przyjęte na potrzeby niniejszej pracy nazewnictwo niepotrzebnie wprowadza zamieszanie pojęciowe. Odmienną genezę rozpatrywanych w dalszej analizie zjawisk można było podkreślić wykorzystując istniejący podział groźnych zjawisk wirowych na: tornada związane z superkomórką (*supercell tornado*), tornada nie związane z superkomórką, (*non-supercell tornado*) oraz tornada występujące na linii szkwału (*gustnado*). Konsekwencją ewentualnego przyjęcia nieco innego nazewnictwa wyróżnionych zjawisk powinna być odpowiednia korekta tytułu dysertacji oraz tytułów rozdziałów.

Kolejne podrozdziały zostały poświęcone szczegółowemu omówieniu różnych klasyfikacji tornad/trąb powietrznych, opisowi specyficznych rodzajów badanych zjawisk oraz stosowanym skalom oceny ich intensywności. Omawiane zagadnienia nie miały zasadniczego znaczenia dla przeprowadzonych badań, ale w znaczący sposób pomagały właściwie scharakteryzować i wyjaśnić przebieg zjawisk wirowych zaprezentowanych w dalszej części opracowania.

Zgodnie z tytułem, trzeci rozdział recenzowanej pracy poświęcony został charakterystyce wybranych narzędzi badawczych w detekcji tornad i trąb powietrznych. W tej części pracy Autorka wykazała się bardzo dobrą znajomością najważniejszych metod detekcji zjawisk konwekcyjnych oraz wskaźników termodynamicznych wykorzystywanych do ich opisu. Potwierdza to zarówno właściwy dobór narzędzi i wskaźników, szczegółowy opis każdego z nich, jak i zaprezentowanie możliwości ich zastosowania do oceny prawdopodobieństwa wystąpienia tornad/trąb powietrznych. Nasuwa się jednak pytanie, dlaczego Doktorantka nie wspomniała nawet o możliwościach zastosowania wskaźników kompozytowych oraz modeli mezoskalowych w detekcji i prognozowaniu omawianych zjawisk?

Rozdział 4. *Tornada i trąby powietrzne w Polsce* rozpoczyna właściwą, badawczą część recenzowanej pracy. Zostały w nim przedstawione najważniejsze cechy wieloletniej zmienności występowania rozpatrywanych zjawisk, a także ich przebieg roczny, dobowy i

rozkład przestrzenny. Zaprezentowane prawidłowości uwzględniały status raportu o zjawisku, rodzaj powierzchni, nad którą one wystąpiły, a także stopień intensywności wiru powietrznego. Ponadto, analizę przeprowadzono dla czterech okresów badawczych. Podstawą ich wyróżnienia był stopień weryfikacji materiału źródłowego oraz możliwości wykorzystania go w dalszych etapach badawczych. Pierwszy z wydzielonych okresów obejmował wszystkie znane przypadki (w sumie 236 zjawisk wirowych), które wystąpiły przed rokiem 2000, włącznie ze zjawiskami odnotowanymi w XIV wieku. Kolejne okresy obejmowały lata 2000-2014, 2004-2012 oraz 2006-2012. W najdłuższym z nich wystąpiły wszystkie zweryfikowane przez Autorkę przypadki groźnych wirów powietrznych (w sumie 297 zjawisk). Z lat 2004-2012, do analizy wybrano jedynie 114 przypadków, dla których możliwe było uzyskanie obrazów radarowych, natomiast z okresu 2006-2012 wybrano tylko 59, które zostały udokumentowane w postaci filmowej lub fotograficznej. Uzyskane wyniki potwierdzają ogólnie znane prawidłowości występowania silnych zjawisk wirowych, chociaż wzrósł stopień ich szczegółowości. Słabą stroną tego fragmentu opracowania jest brak bardziej syntetycznego opisu uzyskanych wyników oraz niepotrzebnie wprowadzony podział na trzy okresy badawcze po roku 2000. Zabrakło także umotywowania wspomnianego podziału, który bardziej zasadny okazał się w dalszej części pracy. W przypadku przygotowywania tej części rozprawy do druku warto także zwrócić uwagę na bardziej precyzyjne zdefiniowanie i podawanie przedziałów czasowych, w których odnotowywano omawiane zjawiska (np.: czy 2 przypadki o godzinie 2:00 oznaczają 2 przypadki odnotowane w przedziale 1:01 do 2:00 czy w przedziale 2:01 do 3:00?).

Kolejne dwa rozdziały stanowią najważniejszą, w moim przekonaniu, część rozprawy. W rozdziale 5., Doktorantka szczegółowo przedstawiła przebieg wybranych przypadków tornad i trąb powietrznych, jakie wystąpiły w latach 2006-2012. Analizie poddane zostały uwarunkowania synoptyczne, kolejne etapy przebiegu zjawisk oraz wartości kilkudziesięciu wskaźników termodynamicznych charakteryzujących stan atmosfery w dniach, w których odnotowano pojawienie się rozpatrywanych wirów powietrznych. Całość została doskonale udokumentowana bogatym materiałem ilustracyjnym. Stanowiły go liczne zdjęcia, ryciny, mapy synoptyczne, obrazy radarowe, zdjęcia satelitarne i diagramy aerologiczne. Niestety zabrakło uzasadnienia celu przeprowadzenia opisanego analizy. Należy się domyślać, iż taki charakter tej części pracy podyktowany był nie tylko chęcią przedstawienia pojedynczych przypadków groźnych wirów powietrznych, ale także wskazaniem pewnych prawidłowości

lub charakterystycznych cech tornad/trąb powietrznych pojawiających się na obszarze Polski. Wybrane przykłady prawdopodobnie reprezentują pewne grupy zjawisk różniących się genezą. Jednak bez właściwego wprowadzenia, który powinien znaleźć się na początku rozdziału, olbrzymi nakład pracy jaki został włożony w analizę wszystkich wyselekcjonowanych przypadków (59) nie znalazł pełnego odzwierciedlenia w wynikach.

W przedostatnim rozdziale mgr Joanna Popławska kontynuuje realizację głównego celu swoich badań. Dokonuje w nim skrupulatnej analizy i oceny przydatności wybranych wskaźników termodynamicznych w detekcji tornad i trąb powietrznych. Przeprowadza także dyskusję, w której otrzymane wyniki porównuje z rezultatami innych autorów. Na podkreślenie zasługuje fakt uwzględnienia w analizie wszystkich najważniejszych wskaźników charakteryzujących stan atmosfery, mimo iż wcześniejsze badania wskazują, że największy wpływ na występowanie groźnych zjawisk konwekcyjnych ma poziom kondensacji wymuszonej (LCL), energia potencjalna dostępna konwekcyjnie (CAPE) oraz występowanie uskoków wiatru (DLS i LLS). Przyjęty tok postępowania pozwolił nie tylko potwierdzić dotychczasowe wyniki badań, ale również określić wartości wymienionych wskaźników, które mogą być wykorzystywane w prognozowaniu występowania tornad/trąb powietrznych w Polsce. Wątpliwości budzi ostatni fragment niniejszego rozdziału. Stanowi go zestawienie wniosków płynących z wykorzystania zdjęć satelitarnych i obrazów radarowych w detekcji badanych zjawisk zaprezentowanych w rozdziale poprzednim. Wydaje się, że bardziej właściwe byłoby przeniesienie tej części opracowania do rozdziału 5. Odbiór zaprezentowanych wyników poprawiłaby także bardziej syntetycznie przedstawiona analiza warunków termodynamicznych towarzyszących pojawianiu się badanych zjawisk.

Pracę kończy *Podsumowanie*, w którym Doktorantka przedstawiła najważniejsze rezultaty przeprowadzonych badań i płynące z nich wnioski. Porównała także uwarunkowania meteorologiczne i występowanie tornad oraz trąb powietrznych z podobnymi zjawiskami występującymi w innych regionach na świecie, jak również w innych okresach obserwacyjnych. Autorka zwróciła uwagę na duże znaczenie właściwego doboru materiałów źródłowych oraz potrzebę dalszych badań, których celem byłoby wypracowanie skutecznych metod detekcji i prognozowania występowania groźnych wirów powietrznych.

Reasumując, recenzowana rozprawa doktorska mgr Joanny Popławskiej stanowi oryginalny i cenny wkład do rozwoju badań poświęconych występowaniu groźnych zjawisk konwekcyjnych w Europie. Przedstawiona dysertacja posiada nie tylko aspekt poznawczy, ale

również charakter aplikacyjny i metodyczny, a uzyskane wyniki zostały poparte dogłębną i wielowątkową analizą. Zawarte w recenzji nieliczne uwagi krytyczne nie obniżają wysokiej oceny całej pracy.

W mojej ocenie **rozprawa doktorska mgr Joanny Popławskiej spełnia kryteria formalne i merytoryczne stawiane rozprawom doktorskim** (zgodnie z ustawą o stopniach i tytułach naukowych z 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami). Dlatego też wnoszę do Wysokiej Rady Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego o dopuszczenie mgr Joanny Popławskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Zuzanna Bielec-Bąkowska