

Dr hab. Alina Syp, prof. IUNG-PIB
Zakład Biogospodarki i Analizy Systemowych
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa -
Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Puławy 7.11.2020 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Marii Gos-Sokołowskiej pt. „Prognozowanie wielkości elementów meteorologicznych i określenie multifraktalności ich szeregów czasowych dla różnych stref klimatycznych w EUROPIE”

Podstawą formalną do opracowania recenzji rozprawy doktorskiej jest uchwała Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. B. Dobrzeńskiego PAN z dnia 29.09.2020 r. oraz pismo RN-431-1/18.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska została wykonana w Zakładzie Meteorologii i Modelowania Procesów Agrofizycznych w Instytucie Agrofizyki Państwowej Akademii Nauk w Lublinie, pod kierunkiem promotora prof. dr. hab. Piotra Baranowskiego i promotora pomocniczego dr hab. Jaromira Krzyszczaka.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Magdaleny Marii Gos-Sokołowskiej została opracowana zgodnie z wytycznymi wynikającymi ze znowelizowanej Ustawy o stopniach naukowych i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami. Przedstawiona do recenzji praca doktorska stanowi spójny tematycznie cykl czterech publikacji dotyczących prognozowania wielkości elementów meteorologicznych i określania multifraktalności ich szeregów czasowych dla różnych stref klimatycznych w Europie.

Uwagi ogólne

Współcześnie jednym z globalnych problemów środowiskowych jest ocieplenie klimatu i jego wpływ na ekosystem, gospodarkę i społeczeństwo. Zachodzące zmiany klimatyczne mają decydujący wpływ na rolnictwo. W opracowywaniu działań adaptacyjnych i mitygacyjnych dla tego sektora gospodarki wykorzystuje się różne scenariusze zmian klimatycznych, sporządzone z wykorzystaniem różnorodnych modeli. Jednym z problemów przy tworzeniu scenariuszy jest pozyskanie reprezentatywnych danych dla badanych obszarów. W ostatnich latach prowadzi się badania, aby dane meteorologiczne pochodzące ze

stacji naziemnych zastąpić danymi pozyskiwanymi za pomocą technik satelitarnych.

W powyższym kontekście temat badań podjętych przez mgr inż. Magdalenę Marię Gos-Sokołowską jest niezwykle aktualny i nowatorski, ponieważ wpisuje się w nurt prowadzonych badań. Publikacje oryginalne składające się na cykl rozprawy doktorskiej to niewątpliwie pionierskie doniesienia literaturowe podejmujące to zagadnienie.

Ocena poprawności struktury rozprawy

Recenzowana dysertacja jest poprawnie skonstruowana i posiada wszystkie zasadnicze i niezbędne elementy pracy naukowej stawiane pracom doktorskim. Treść rozprawy obejmująca 144 strony podzielona jest na następujące rozdziały: krótkie *Streszczenia* w języku polskim i angielskim, *Wykaz stosowanych skrótów*, *Listę publikacji stanowiących podstawę pracy doktorskiej*, *Wprowadzenie*, *Cel rozprawy doktorskiej i hipotezy badawcze*, *Metodykę badań*, *Omówienie wyników badań i Wnioski*, cztery spójne tematycznie prace naukowe, *Spis rysunków i Bibliografię*.

W obrębie zasadniczych rozdziałów wydzielono logicznie powiązane podrozdziały, które pozwalają czytelnikowi na łatwy dostęp do interesujących zagadnień. W całej pracy zamieszczono 5 kolorowych rysunków.

Tytuł rozprawy doktorskiej odpowiada całkowicie tematyce załączonych publikacji. W skład rozprawy przedstawionej do recenzji wchodzi cztery publikacje oryginalne z lat 2018-2020:

P.1: Murat M., Malinowska I., Gos M., Krzyszczak J., 2018. Forecasting daily meteorological time series using ARIMA and regression models. *International Agrophysics*, 32, 253-264. <https://doi.org/10.1515/intag-2017-0007>

P.2: Gos M., Krzyszczak J., Baranowski P., Murat M., Malinowska I., 2020. Combined TBATS and SVM model of minimum and maximum air temperatures applied to wheat yield prediction at different locations in Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 281, 107827. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107827>.

P.3: Baranowski P., Gos M., Krzyszczak J., Siwek K., Kieliszek A., Tkaczyk P., 2019. Multifractality of meteorological time series for Poland on the base of MERRA-2 data. *Chaos, Solitons & Fractals*, 127, 318-333. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2019.07.008>

P.4: Gos M., Baranowski P., Krzyszczak J., Kieliszek A., Siwek K., 2020. Dynamics of meteorological time series on the base of ground measurements and retrospective data from

Artykuły te zostały opublikowane w czasopismach o znaczącym współczynniku oddziaływania IF (ang. Impact Factor). IF łącznie dla czterech publikacji wynosi 13,998, a sumaryczna liczba punktów Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego prac tworzących cykl to 480. Tak wysoki sumaryczny IF wskazuje, że podjęte badania były uzasadnione, prawidłowo zaplanowane i właściwie zrealizowane przez Autorkę oraz reprezentują wysoki poziom naukowy, co zostało już wcześniej pozytywnie ocenione przez kolegia redakcyjne i niezależnych recenzentów prestiżowych czasopism naukowych. Pomimo faktu, iż pierwszy artykuł został opublikowany w 2018, był on cytowany już 16 razy według bazy Scopus i 13 razy według bazy Web of Science. Jest to tym bardziej istotne, iż, jak wspomniałam powyżej, tematyka badań Doktorantki należy do atrakcyjnych i popularnych obszarów badawczych, w których należy liczyć się z dużą konkurencją i wysokim poziomem naukowym badań w skali światowej. Istotną częścią recenzji rozprawy doktorskiej, w szczególności jeśli składa się ona z serii wieloautorskich publikacji naukowych, jest ocena udziału własnego Doktorantki. W przypadku ocenianej dysertacji mam pełne przekonanie o istotnej roli mgr inż. Magdaleny Marii Gos-Sokołowskiej w przygotowaniu tych prac. Potwierdza to fakt występowania Doktorantki jako pierwszego autora dwóch prac, w których jej współudział został określony na 70%, a w pozostałych pracach wynosił odpowiednio 30 i 65%. Indywidualny wkład mgr inż. Magdaleny Marii Gos-Sokołowskiej w powstanie prac obejmował: uczestnictwo w opracowaniu koncepcji badań oraz ich przeprowadzeniu, analizie i interpretacji wyników wraz z wykonywaniem analiz statystycznych oraz finalnym przygotowaniem manuskryptów do druku.

Ocena merytoryczna rozprawy

„*Wprowadzenie*” stanowi 7 – stronicowy tekst, który dobrze wprowadza w tematykę badań w oparciu o źródła literaturowe. Obejmuje on opis (a) zaobserwowanych i przewidywanych zmian klimatycznych, (b) Reprezentatywnych Scenariuszy Stężeń Dytlenku Węgla (RCP) i ich wpływ na scenariusze społeczno-ekonomicznych zmian (SSPs), (c) wykorzystania różnych modeli statystycznych i baz danych retrospektywnych do predykcji parametrów meteorologicznych, (d) prognozowania plonów roślin w oparciu o dane meteorologiczne pozyskane w procesie modelowania. Lektura tego rozdziału wskazuje na bardzo dobrą znajomość problematyki będącej tematem niniejszej rozprawy. W pierwszej

części dysertacji Doktorantka wskazała na możliwości wykorzystania w badaniach szeregów czasowych parametrów meteorologicznych pochodzących z pomiarów naziemnych i badań retrospektywnych. Wskazała również na małą liczbę przeprowadzonych badań oceniających jakość i porównujących tak pozyskane dane w celu stosowania ich zamiennie z danymi ze stacji synoptycznych lub w celu uzupełnienia ewentualnych braków danych. Brak takich badań dla obszaru Polski stał się przesłanką do podjęcia działań wypełniających lukę w wiedzy. W związku z tym, w następnym rozdziale „*Cel rozprawy doktorskiej i hipotezy badawcze*” został sformułowany cel dysertacji i postawiono 5 hipotez badawczych. Celem rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Magdaleny Marii Gos-Sokołowskiej było rozwijanie matematyczno-fizycznych metod opisu stanu środowiska wzrostu roślin i plodów rolnych z uwzględnieniem zmian klimatycznych oraz określanie właściwości multifraktalnych szeregów czasowych tych wielkości dla różnych stref klimatycznych w Europie.

Kolejny rozdział „*Metodyka badań*” podzielony na trzy podrozdziały szczegółowo, jasno i zrozumiale przedstawia przegląd metod wykorzystanych do realizacji postawionego celu. Pierwszy podrozdział „*Meteorologiczne szeregi czasowe*” charakteryzuje materiał badawczy wykorzystany do analiz, który obejmuje meteorologiczne szeregi czasowe pochodzące ze stacji naziemnych i pozyskane z obserwacji satelitarnych. Następny podrozdział przedstawia charakterystykę wybranych modeli długoterminowych wykorzystywanych do prognozowania wybranych elementów meteorologicznych. Kolejny podrozdział prezentuje opis modeli wykorzystanych przez Doktorantkę do modelowania produkcji roślinnej. Ostatni podrozdział prezentuje metodę Multifraktalnej Analizy Fluktuacji Detrendowych MF-DFA. Zastosowane metody badań są adekwatne do postawionych zadań i świadczą o umiejętnym planowaniu przez Doktorantkę warsztatu naukowego.

Następną częścią ocenianej rozprawy jest rozdział „Omówienie wyników badań zaprezentowanych w cyklu publikacji stanowiących przedmiot pracy doktorskiej”. W pierwszym podrozdziale zaprezentowano wyniki pracy P.1, przedmiotem której była analiza możliwości prognozowania średnich dobowych wartości elementów meteorologicznych: temperatury powietrza i opadu, dla czterech zróżnicowanych klimatycznie lokalizacji w Europie. W pracy porównano wyniki pochodzące z modelowania dwoma metodami, w celu wyboru dokładniejszej z nich. Na podstawie przeprowadzonych badań Autorka stwierdza, że klimat borealny i kontynentalny lepiej opisany został przez model ARIMAF. Natomiast model ARIMA jest odpowiedniejszy dla danych pochodzących z klimatu oceanicznego i śródziemnomorskiego. Ponadto, otrzymane wyniki wskazują na potrzebę poszukiwania dokładniejszych modeli prognostycznych. W kolejnym podrozdziale

zostały zaprezentowane wyniki pracy P.2, która była kontynuacją badań rozpoczętych w poprzedniej pracy. W publikacji P.2 wykonano analizy dotyczące prognozowania minimalnej i maksymalnej temperatury powietrza, na podstawie meteorologicznych szeregów czasowych z wykorzystaniem modeli TBATS i SVM dla siedmiu różnych lokalizacji w Europie. Materiałem badawczym były historyczne dobowe szeregi czasowe dla pięciu lokalizacji z różnych stref klimatycznych w Europie. Badania wykazały, że model mieszany SVM/TBATS poprawia precyzję prognozowania w porównaniu z modelowaniem czystymi modelami TBATS lub SVM. Zostało to potwierdzone dla danych lokalizacji i różnych warunków klimatycznych. Ponadto, stwierdzono że zastąpienie danych mierzonych prognozowanym szeregiem nie wpłynęło znacząco na oszacowanie plonu roślin uprawnych, niezależnie od modelu (DNDC, WOFOST). Jest to rezultat, który sugeruje potencjalne wykorzystanie opracowanego modelu SVM/TBATS prognozowania przebiegu temperatury powietrza do wypełnienia luk w zmierzonych wartościach i zastosowania tej predykcji w modelowaniu plonów.

W trzecim podrozdziale zaprezentowano wyniki publikacji P.3, której celem było sprawdzenie podobieństwa pomiędzy danymi naziemnymi a danymi pochodzącymi z reanaliz wraz z uwzględnieniem wpływu zmiennych warunków klimatycznych w różnych regionach Polski. W badaniach wykonano Multifraktalną Analizę Fluktuacji Detrendowych (MF-DFA) dla meteorologicznych szeregów czasowych. Analizowane dobowe szeregi czasowe pochodziły z bazy retrospektywnej NASA MERRA-2 i obejmowały obszar Polski. Badania wykazały, że 36-letnie szeregi czasowe wybranych wielkości meteorologicznych z bazy danych MERRA-2 wykazują multifraktalność. Ponadto wykazano, że istnieje stosunkowo wysokie podobieństwo między danymi pochodzącymi z reanalizy (MERRA-2), a naziemnymi danymi ze stacji synoptycznych I rzędu IMGW-PIB. Widma multifraktalne badanych wielkości wykazywały dużą zmienność przestrzenną, co można powiązać z orografią terenu i wpływem głównych frontów atmosferycznych odpowiedzialnych za warunki klimatyczne na tym obszarze.

Kolejny podrozdział prezentuje wyniki artykułu P.4, w którym celem była analiza widm multifraktalnych w kontekście zmienności przestrzennej, sprawdzenia podobieństwa danych naziemnych do danych pochodzących z reanalizy oraz zbadania wpływu zmienności warunków klimatycznych i multifraktalności szeregów meteorologicznych na podstawie danych naziemnych w różnych regionach Polski.. Analizy MF-DFA wykonano dla godzinowych i dobowych szeregów czasowych. Wykazano wysokie podobieństwo pomiędzy seriami danych IMGW-PIB i MERRA-2.

Kolejną częścią pracy są „Wnioski”, w których Doktorantka w sposób zwięzły podsumowuje wyniki przeprowadzonych badań. Do najważniejszych osiągnięć rozprawy należy zaliczyć następujące wnioski:

- Na dokładność prognozy elementów meteorologicznych stworzonej wybranymi modelami statystycznymi istotny wpływ ma strefa klimatyczna, w której zlokalizowana jest stacja pomiarowa, co szczególnie uwidocznilo się dla opadu.
- Model mieszany SVM/TBATS może w znacznym stopniu poprawić zdolność predykcijną w porównaniu do oddzielnie zastosowanych modeli TABS lub SVM.
- Metoda analizy MF-DFA jest perspektywiczną alternatywą dla dotychczasowych metod analiz dynamiki klimatu i może być wykorzystana do analiz porównawczych.
- Braki w mierzonych naziemnie meteorologicznych szeregach czasowych badanych elementów meteorologicznych mogą zostać z powodzeniem uzupełnione danymi z reanalizy MERRA-2.

Ostatnią pozycją dysertacji jest „Bibliografia” zaprezentowana na 15 stronach maszynopisu, która obejmuje 137 pozycji w tym 133 anglojęzyczne i 4 polskojęzyczne, co pokazuje że Doktorantka dysponuje znaczną wiedzą teoretyczną i ma dobrze opanowany warsztat badawczy.

Ogólna ocena cyklu publikacji:

Przedstawiony cykl publikacji dowodzi umiejętności prowadzenia pracy naukowej, poszukiwania tematów do analizy, odważnego stawiania hipotez badawczych, umiejętności testowania tych hipotez z pomocą zaawansowanych narzędzi badawczych oraz wyciągania interesujących wniosków do analizy. Przedstawione w cyklu prace potwierdzają wysoki stopień rozwoju naukowego Kandydatki.

W odniesieniu do przedstawionego cyklu publikacji można dokonać kilku wspólnych obserwacji:

- Wszystkie 4 publikacje charakteryzują się bardzo wysokim poziomem merytorycznym, są przygotowane według najlepszych wzorców współczesnych prac naukowych.
- Wszystkie prace zostały zamieszczone w czasopismach z listy JCR. Dwie spośród nich zostały opublikowane w wysoko punktowanych światowych czasopismach naukowych.

- Wszystkie prace dotyczą ważnych problemów, charakteryzują się jasnym postawieniem celów, umiejętnością ich realizacji, dokładną prezentacją otrzymanych wyników i dyskusją.
- Wszystkie prace zawierają ciekawy, obszerny przegląd literatury, dowodzący znakomitej orientacji Kandydatki w najnowszych osiągnięciach prowadzenia obserwacji środowiska w skali globalnej, dzięki rozwojowi systemów satelitarnych, prognozowania elementów meteorologicznych i modelowania produkcji roślinnej.
- Wszystkie prace charakteryzują się zastosowaniem zaawansowanych modelowych narzędzi badawczych, świadczących o bardzo wysokiej sprawności technicznej Kandydatki.
- Wnioski sformułowane w pracach stanowią nie tylko ważny przyczynek do rozwoju wiedzy dotyczącej prognozowania danych meteorologicznych dla różnych stref klimatycznych w Europie oraz modelowania produkcji roślinnej, ale stanowią zachętę do dalszych badań.

Podczas recenzji dysertacji nasunęły mi się pewne pytania o odpowiedź na które proszę Doktorantkę:

W publikacji P2 do modelowania plonów zostały wykorzystane modele WOFOST i DNDC. Proszę o wyjaśnienie jak zostały przeprowadzone kalibracje i walidacje obu modeli? Dlaczego do symulacji plonów biomasy wybrano model DNDC który powszechnie wykorzystywany jest do szacowania emisji gazów cieplarnianych?

Ocena strony edytorskiej rozprawy

Cała rozprawa jest napisana poprawnym językiem. Z obowiązku recenzenta chciałabym zwrócić uwagę na drobne usterki wstępujące w Bibliografii, takie jak:

- Str. 137 – publikacja Lu X., Wang L., Pan M., Kaseke K.F., Li B. 2016. A multi-scale analysis of Namibian rainfall over the recent decade – comparing TMPA satellite estimates and ground observations. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 8, 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2016.07.003>. powinna być po pozycji Li Z., Yang J.Y., Drury F.C., Reynolds W.D., Li X., Hu C. 2017. Evaluation of the DNDC model for simulating soil temperature, moisture and respiration from monoculture and rotational corn, soybean and winter wheat in Canada. *Ecological Modelling*, 360, 230-243. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.07.013>.

- Str. 133 - błąd w nazwie czasopisma w publikacji Demchenko P.F., Semenov V.A. 2017. Estimation of uncertainty in surface air temperature climatic trends related to the internal dynamics of the atmosphere. Doklady Earth Sciences, 476, 1105–1108. <https://doi.org/10.1134/S1028334X17090239>.
- Str. 133 - występuje brak pozycji literatury De Wit i in.2019, jest: De Wit A., Boogaard H., Fumagalli D., Janssen S., Knapen R., van Kraalingen D., Supit I., van der Wijngaart R., Van Diepen K. 2018. 25 years of the WOFOST cropping systems model. Agricultural Systems, 168. 154-167.

WNIOSEK KOŃCOWY

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Magdaleny Marii Gos-Sokołowskiej całkowicie spełnia sformułowane w art. 13 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki wymogi formalne i stanowi wymagane „oryginalne rozwiązanie problemu naukowego” oraz dokumentuje „umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej”.

Zwracam się do Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN z wnioskiem o dopuszczenie mgr inż. Magdaleny Marii Gos-Sokołowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie, bez najmniejszych wątpliwości, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Marii Gos-Sokołowskiej. Uzasadniam to kompleksowością prowadzonych badań, oryginalnością zastosowanych metod i narzędzi badawczych, oraz wartością uzyskanych wyników, a także faktem, że zostały one opublikowane w czterech artykułach w czasopismach z listy filadelfijskiej, a łączny współczynnik oddziaływania tych publikacji wynosi 13,998. W moim przekonaniu, jakość przedstawionej rozprawy dalece wykracza poza wymogi sformułowane w Ustawie i zdecydowanie wybija się na tle bronionych w Polsce rozpraw doktorskich.



Dr hab. Alina Syp, prof. IUNG-PIB