

Prof. dr hab. Leszek Kuchar
Katedra Matematyki
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

RECENZJA

ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR MAGDALENY MARII GOS-SOKOŁOWSKIEJ
PT. “ PROGNOZOWANIE WIELKOŚCI ELEMENTÓW METEOROLOGICZNYCH I
OKREŚLANIE MULTIFRAKTALNOŚCI ICH SZEREGÓW CZASOWYCH DLA
RÓŻNYCH STREF KLIMATYCZNYCH W EUROPIE”

(praca doktorska napisana w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie pod
kierunkiem prof. dra hab. Piotra Baranowskiego i promotora
pomocniczego dra hab. Jaromira Krzyszczaka).

Recenzję wykonano na zlecenie Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie
(pismo dyr. Instytutu prof. dr hab. Cezarego Sławińskiego z dnia 1 października 2020 r. syg.
RN-431-1/18) w związku z decyzją Rady Naukowej z dnia 29 września 2020 r.
o powołaniu na recenzenta w przewodzie doktorskim mgr inż. Magdaleny Marii Gos-
Sokołowskiej.

Przedstawiona do oceny praca doktorska stanowi jednotematyczny cykl czterech
publikacji naukowych opublikowanych w latach 2018-2020 zatytułowany „Prognozowanie
wielkości elementów meteorologicznych i określanie multifraktalności ich szeregów
czasowych dla różnych stref klimatycznych w Europie”:

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.
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.
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 and Fractals*, 127, 318-333.
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 MERRA-2 for Poland. *International Journal of Climatology*, 1–22.

Prace opublikowano w bardzo dobrych czasopiśmie indeksowanych w bazie Web of Science (Impact Factor (IF) z roku publikacji, odpowiednio: 1.665, 4.651, 3.764, 3.928) i jednocześnie zamieszczonych na listach czasopiśmie punktowanych MNiSW (punktacja z roku opublikowania: 25, 200, 70, 140 pkt.).

Sumaryczny indeks IF czterech przedstawionych publikacji wynosi 13.998 a liczba przypisanych im punktów zgodnie z wykazem czasopiśmie MNiSW – 480. Uwzględniając oświadczenia autorskie, liczba punktów przypadająca na mgr Gos-Sokołowską wynosi 291. Prace zostały zacytowane łącznie 16 razy.

Pani mgr inż. Magdalena Gos-Sokołowska w przedstawionych pracach jest dwukrotnie pierwszym autorem, raz drugim a raz trzecim autorem w zespołach autorskich 4-6 osobowych ze średnim zadeklarowanym udziałem 58.75%.

Wkład pracy Kandydatki do stopnia naukowego doktora polegał na planowaniu i przygotowaniu koncepcji badań, udziale/współudziale w modelowaniu matematycznym (przeprowadzeniu obliczeń, opracowaniu danych, analizie i interpretacji wyników) oraz przygotowaniu tekstu do druku (w tym także aspektów technicznych - ilustracji, tabel i innych).

Przedstawione publikacje dotyczą zastosowań szeregów czasowych i metod sztucznej inteligencji a w szczególności metody wektorów wspierających do predykcji wartości zmiennych meteorologicznych i dalszego zastosowania do szacowania wartości plonów z wykorzystaniem modeli symulacyjnych a także jakościowej oceny danych meteorologicznych pochodzących z różnych źródeł.

W pierwszej publikacji przedstawiono analizę możliwości prognozowania średnich dobowych wartości elementów meteorologicznych: temperatury powietrza i opadu, dla czterech zróżnicowanych klimatycznie lokalizacji w Europie. Z pięciu użytych modeli (SARIMA, ARIMA, ARIMAF, RMP, RFM) zastosowanie modeli ARIMAF dla temperatur a dla opadów: modeli ARIMA (klimat oceaniczny i stepowy) i ARIMAF (klimat borealny, kontynentalny) - wskazało na największe możliwości zastosowań z rozważanych modeli. Wskazano też na niedoskonałości predykcji i konieczność dalszych badań.

W drugiej publikacji przedstawiono prognozowanie minimalnej i maksymalnej temperatury powietrza z wykorzystaniem modeli TBATS i SVM dla siedmiu różnych lokalizacji i 31 lat obserwacji w Europie. Model matematyczny konstruowano tak, aby maksymalizować zdolności predykcyjne przy jak minimalnej informacji na wejściu do modelu, oceniając przy tym efektywność technikami typu Cross Validation. Modele zastosowano do uzupełniania brakujących obserwacji ciągów danych oraz szacowania plonów z wykorzystaniem modeli DNDC i WOFOST. Badania wykazały, że pełny model mieszany SVM/TBATS poprawia dokładność prognoz temperatur (w stosunku do modeli TBATS i SVM) a w zastosowaniu do szacowanych plonów pozwala na równoległe używanie danych symulowanych z modelu mieszanego.

W trzeciej publikacji przedstawiono zastosowanie metody Multifraktalnej Analizy Fluktuacji Detrendowych (MF-DFA) dla dobowych szeregów czasowych zmiennych meteorologicznych. Analiza obejmowała sprawdzenie zróżnicowania spektrów osobliwości oraz oceny wpływu orografii terenu na właściwości multifraktalne rozważanych szeregów.

Analizowane dane pochodziły z bazy NASA MERRA-2 i obejmowały obszar Polski wraz z obszarami sąsiadującymi z terenu państw sąsiadujących. Dane MERRA-2 dla obszaru Polski porównano z danymi meteorologicznymi z 17 stacji synoptycznych instytutu IMGW-PIB. Określono podobieństwa obydwu źródeł danych poprzez analizę miar podobieństwa. Oceniono także zmienność przestrzenną parametrów multifraktalnych wykorzystując analizę geostatystyczną. Badania wykazały, że 36-letnie szeregi czasowe wybranych wielkości meteorologicznych z bazy danych MERRA-2 wykazują multifraktalność. Wykazano podobieństwo między danymi pochodzącymi z baz NASA MERRA-2 i danymi z naziemnych stacji synoptycznych IMGW-PIB.

W ostatniej publikacji cyklu zawarto porównanie godzinowych i średniodobowych szeregów czasowych temperatury powietrza, ciśnienia i prędkości wiatru pochodzących z dwóch baz danych pochodzących z 35 stacji synoptycznych instytutu IMGW oraz najbliższej zlokalizowanych punktów regularnej siatki MERRA-2. Porównano miary statystyczne oryginalnych (niedekomponowanych) danych i różnice we właściwościach multifraktalnych szeregów czasowych z wykorzystaniem procedur multifraktalnej analizy fluktuacji danych po usunięciu trendu (MF-DFA). Wykazano wysokie podobieństwo pomiędzy seriami danych IMGW-PIB i MERRA-2. W przypadku ciśnienia powietrza i temperatury powietrza wykazano dużą korelację pomiędzy szeregami czasowymi pochodzącymi z dwóch źródeł oraz podobieństwo parametrów widm z analizy MF-DFA. Analiza korelacji parametrów multifraktalnych dla stacji pomiarowych wykazała wysoką korelację z wysokością nad poziomem morza dla szeregów ciśnienia i temperatury powietrza. Analiza źródeł multifraktalności wykazała, że korelacje długozasięgowe są dominującym źródłem multifraktalności.

Prace przedstawione jako jednotematyczny cykl czterech publikacji naukowych oceniam wysoko. Pomysł predykcji wartości zmiennych meteorologicznych przy pomocy różnych metod matematycznych w tym przede wszystkim metod sztucznej inteligencji uważam za udany i oryginalny. Tym bardziej, że celem badań było uzyskanie jak najlepszych predykcji rozważanych zmiennych bez ich fizycznej interpretacji i konieczności wnikania w istotę zjawiska. Jasna jest też ewolucja w sięganiu po coraz bardziej zaawansowane metody od prostych jak model ARIMA do bardziej zaawansowanych technik jak SVM i MF-DFA - która wynikała ze skuteczności modeli predykcyjnych i uzyskanych wyników.

Na uwagę zasługuje zastosowanie wymienionych metod, z których najwyżej oceniam oryginalne porównania serii ciągów obserwacji uzyskanych różnymi technikami z różnych źródeł. W moim przekonaniu ma ono potencjalnie największe zastosowanie do badań z wykorzystaniem danych meteorologicznych.

Drugie z przedstawionych zastosowań dotyczących uzupełniania brakujących obserwacji jest jedną z metod, której efektywność warto byłoby szerzej potwierdzić na przykład w stosunku

do uzupełniania danych z sąsiednich stacji pomiarowych i wskazania odległości granicznych dla wyboru jednej z metod. Natomiast wybór do badań modeli symulacyjnych wzrostu i plonowania roślin WOFOST (Centre for World Food Studies, Netherlands Soil Survey Institute, Centre for Agrobiological Research, Wageningen University and Research; Wageningen, NL) oraz DNDC (University of New Hampshire; Durham, USA) jest moim zdaniem dyskusyjny ze względu na słabe własności predykcyjne plonów (po mimo bardzo dobrego fizycznego opisu plonowania). Należy jednak wskazać, że dla oceny zmian plonowania (np. zmiany klimatyczne) zastosowanie tych modeli jest dopuszczalne. Po mimo tych uwag należy podkreślić, że badania te opublikowano w jednym z najlepszych w branży czasopism na świecie tj. Agricultural and Forest Meteorology (należy podkreślić, że jedynie niewielka grupa polskich naukowców opublikowała artykuły w tym czasopiśmie). Przedstawione wyżej uwagi nie umniejszają wartości opublikowanych i opisanych badań a wskazują jedynie na możliwe kierunki dalszych prac.

Bez wątpienia doktorantka opanowała w bardzo dobrym stopniu umiejętność stosowania wspomnianych modeli matematycznych w tym technik sztucznej inteligencji. Prace wyróżnia wielka pracowitość wykonanych obliczeń, które możliwe są jedynie dzięki umiejętnemu zastosowaniu nowoczesnej technologii, komputerów osobistych i bogatemu oprogramowaniu.

W moim przekonaniu przedstawiona rozprawa „Prognozowanie wielkości elementów meteorologicznych i określanie multifraktalności ich szeregów czasowych dla różnych stref klimatycznych w Europie” i osiągnięte wyniki spełniają wymagania stawiane pracom doktorskim określonych w Ustawie o Stopniach i Tytułach Naukowych oraz Stopniach i Tytułach w Zakresie Sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Magdaleny Marii Gos-Sokołowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Wrocław, 20.10.2020 r.

