

## **Recenzja**

**rozprawy doktorskiej mgr Piotra Bednarczyka  
pt. „Rozkład przestrzenny wybranych wskaźników kontynentalizmu klimatu w Europie  
w świetle różnych metod interpolacji” wykonanej  
w Pracowni Geoinformacji Wydziału Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej Uniwer-  
sytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie**

### **1. Ogólna charakterystyka rozprawy**

Przedmiotem zainteresowań Doktoranta jest wyznaczenie różnic w rozkładach przestrzennych czterech wybranych wskaźników termicznych i opadowych kontynentalizmu klimatu, określających oddziaływanie dużych powierzchni lądowych na kształtowanie się klimatu Europy. Modelowanie przeprowadzono wybranymi metodami interpolacyjnymi, dostępnymi w standardowych oprogramowanych, w systemach informacji geograficznej, oraz w pakietach statystycznych. Na podstawie opracowanych 44 modeli wartości rozkładów przestrzenny wskaźników kontynentalizmu klimatu scharakteryzowano różnice wartości wyników interpolacji i danych wejściowych. Trzy wskaźniki termiczne oceniono ze względu na zgodność 11 wykonanych modeli. Wykonano także ocenę wizualną wskaźnika kontynentalizmu w regionie Alp, dla wszystkich wskaźników wybranych w pracy. Wskaźniki kontynentalizmu klimatu zostały wyznaczone w polach podstawowych regularnej sieci typu GRID, co dało możliwość wyznaczenia izokontynentali w klasach o rozpiętości dziesięcioprocentowej, wskazujących przebieg stref, oddzielających wpływ kontynentów i mórz na klimat w poszczególnych obszarach Europy, a także umożliwiło porównanie różnych modeli między sobą.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska obejmuje 148 stron, w tym rysunków, tabel oraz spis 200 pozycji literaturowych. Praca składa się z 6 rozdziałów zakończonych 94 załącznikami ilustrującymi rozkłady przestrzenne wskaźników kontynentalizmu.

W krótkim wstępie Doktorant przedstawia definicję i przybliża pojęcie kontynentalizmu klimatu. W pracy przyjęto hipotezę badawczą mówiącą, że „wyniki przestrzennej interpolacji wskaźników kontynentalizmu, przeprowadzonej za pomocą metod bazujących na odmiennych założeniach teoretycznych, różnią się od siebie, co w konsekwencji prowadzi do różnic w interpretacji zjawiska kontynentalizmu w Europie”. Hipoteza jest właściwa, gdyż przyjęcie zestawu równych za-

łożeń, a następnie użycie różnych funkcji interpolacyjnych do zjawisk rozpoznanych jako stacjonarne, umożliwia uzyskanie odmiennych wyników. W szczególności, taka sytuacja może mieć miejsce, gdy Autor przyjmuje założenie o deterministycznym charakterze kontynentalizmu w Europie, aby móc zidentyfikować zmienne środowiskowe i wykazać zależność wskaźników od tych zmiennych. Postawiona została także hipoteza, że wskaźniki kontynentalizmu można traktować jako zmienne o charakterze regionalnym.

W rozdziale pierwszym Autor analizuje stan wiedzy dotyczącej zagadnienia wpływów mórz i łądów na klimat, wykazując że przedmiot Jego pracy doktorskiej jest ciągle interesującym problemem poznawczym dla klimatologów. Omawia na podstawie literatury zróżnicowane metody analiz wskaźników kontynentalizmu. Najobszerniej omówiono wskaźnik termiczny (blisko jedna czwarta pozycji literaturowych) obejmując przeglądem badania nad kontynentalizmem od początku poprzedniego wieku do chwili obecnej.

W rozdziale drugim przedstawiono problematykę wyznaczania rozkładów przestrzennych elementów klimatu, ograniczając się do metod interpolacyjnych i ich oceny literaturowej. Wykazano, że wyniki przestrzennej interpolacji wskaźników klimatu, wykorzystującej metody bazujących na odmiennych założeniach teoretycznych, różnią się od siebie, co w konsekwencji prowadzi do różnic w interpretacji zjawiska. Omówiono w tym rozdziale także wnioski różnych autorów na temat przydatności i oceny dokładności różnych metod interpolacyjnych.

Rozdział trzeci przedstawia charakterystykę obszaru badań - znacznej części Europy. Szczegółowo opisuje rozkład powierzchniowy (kształtu i rozczłonkowania), od którego zależy w dużej mierze przebieg izokontynentali. Następnie charakteryzuje uwarunkowania topograficzne wpływające na warunki klimatyczne w poszczególnych częściach Europy.

Rozdział czwarty poświęcono danym i metodom opracowania pracy doktorskiej. Omówiono źródła danych dla parametrów klimatu, potrzebnych do obliczenia trzech termicznych wskaźników kontynentalizmu – Gorczyńskiego, Iwanowa, Ewerta <sup>2</sup> i jednego opadowego Vemića. Przedstawiono przebieg izokontynentali obliczony wg wybranych wskaźników oddzielających obrazy wpływów morskich od kontynentalnych. Przebieg izokontynentali obliczonych wg. wybranych wskaźników termicznych różni się o ok. 1/3 szerokości Europy. W rozdziale tym objaśniono do czego można zastosować algorytmy wielowymiarowe, podano uzasadnienie wyboru pola podstawowego do analiz przestrzennych zmiennych środowiskowych, omówiono technikę składowych głównych, którą Autor zaproponował do wyznaczania rozkładu wskaźników kontynentalizmu klimatu. Omówione zostały także metody interpolacji jednowymiarowe oraz wielowymiarowe, a także walidacje za pomocą zbioru kontrolnego. W analizie wielkości błędów modeli wykorzystano trzy miary syntetyczne: błąd średni, średni błąd bezwzględny i pierwiastek błędu średniokwadratowego. Do oceny modelu dodano ilościową ocenę wizualną, pozwalającą wychwycić m. in. progę i nieciągłości przestrzenne w modelu. Następnie omówiono sposób określenia różnic między wyznaczonymi modelami oraz analizy korelacji, które wskazały szczególnie mocno lub słabo skorelowane zbiory danych oraz zidentyfikowano obszary, w których modele interpolacyjne różnią się między sobą. Wymieniono także oprogramowania wykorzystane do budowy warstw zmiennych objaśniających, interpolacji przestrzennej oraz wizualizacji modeli.

W rozdziale piątym omówiono wyniki analiz modeli interpolacyjnych wykonanych w pracy doktorskiej: jednowymiarowych, globalnych i lokalnych modeli regresji, kriging reszt. Wyniki podano w formie tabel dla każdego wykonanego modelu. Wyszczególniono parametry specyfikacji skonstruowanych modeli, współczynniki regresji i korelacji, miary globalnych modeli regresji itd. Przedstawiono także opisy kombinacji predyktorów oraz zmiennych składowych głównych. Interpretacja miar zbiorczych błędów modeli dla poszczególnych wskaźników została omówiona szczegółowo i odniesiona do 11 typów modeli. Sporządzono wykresy zakresów wyznaczenia błędów średnich dla wykorzystanych metod interpolacyjnych i wskazano obszary, w których wyniki zastosowanych metod są do siebie zbliżone. Wykonano wizualizację oceny uzyskanych w modelach błędów wartości, w kontrolnych punktach pomiarowych, wskaźników: Ewerta\_2, Gorceyńskiego, Iwanowa oraz Vemića.

W podsumowaniu Autor zestawia spostrzeżenia i wnioski z przeprowadzonych analiz modelowania interpolacyjnego rozkładów przestrzennych wybranych wskaźników kontynentalizmu. Podkreśla wagę doboru metody interpolacyjnej, od której zależy możliwość objaśnienia rozkładu przestrzennego modelowanego parametru. Stwierdza, że termiczne wskaźniki kontynentalizmu mogą być traktowane jako zmienne zregionalizowane, a ich rozkład przestrzenny interpolowany algorytmem krigingu resztowego daje najlepsze zbliżenie wartości oszacowanych do obserwowanych. Zauważa większą niepewność modelowania na wyżynach i w górach niż na terenach nizinnych. Omawia najważniejsze zalety stosowania modelowania różnymi metodami interpolacyjnymi.

## **2. Merytoryczna ocena pracy**

Powszechna dostępność cyfrowych baz danych wartości parametrów klimatu mierzonych w stacjach obserwacyjnych spowodowała częste wykorzystywanie informacji meteorologicznych w wielotematycznych analizach przestrzennych, w rozwijających się intensywnie w geograficznych systemach informacji (GIS), wyposażonych w procedury estymacji przestrzennych. Zainteresowanie możliwością wprowadzenia do systemów GIS wysokorozdzielczej zestandaryzowanej informacji przestrzennej o klimacie wynika z zapotrzebowania wielu dziedzin nauki i gospodarki. Informacje zgromadzone w bazach danych oraz te pozyskane nowymi metodami geoinformacyjnymi stworzyły nowe możliwości modelowania, ale wymaga to nowego podejścia do pracowania metod, które pozwolą na wykonanie oceny jakości wyników jako i udostępnienie modelu, dla różnego rodzaju użytkowników. Szczególnej wagi nabiera wiarygodność informacji uzyskanej z modelu rozkładu przestrzennego parametrów klimatu. Uważam więc, że temat pracy podjęty przez mgr Piotra Bednarczyka jest interesujący i aktualny, a także o istotnym znaczeniu, zarówno z punktu widzenia potrzeb aplikacyjnych w badaniach klimatu, jak z uwagi na potrzeby rozwoju naukowego w wielu dziedzinach wiedzy.

Autor udowodnił ważności i popularności badań nad wskaźnikami klimatu w rozdziale 1 powołując się na blisko 100 odniesień literaturowych. Godnym podkreślenia jest obszerne cytowanie autorów polskich zajmujących się tym zagadnieniem od początku XX w.

Następnie przeszedł do przeglądu badań nad przestrzenną interpolacją geodanych wykorzystywaną do modelowania rozkładu przestrzennego parametrów klimatu. Wyprecyzował najwięcej odniesień dotyczących interpolacji rozkładów temperatury, gdyż ten parametr można uznać

za ciągły przestrzennie, a co za tym idzie dobrze poddający się interpolacjom różnymi metodami stosowanymi głównie dla zjawisk o charakterze deterministycznym. Na pięciu stronach wskazał blisko 100 odniesień literaturowych, wskazujących rodzaje stosowanych modeli interpolacyjnych także dla innych parametrów klimatu. Również charakterystyka Europy została wnikliwie opisana pod kątem wpływu zróżnicowania topograficznego na rozkład przestrzenny wskaźników klimatu, wyraźnie wskazując na potrzebę dostosowania doboru metod interpolacji, do odmiennego rozkładu wskaźników w różnych regionach fizycznogeograficznych Europy.

Za cenne osiągnięcie w pracy uważam między innymi stworzenie wiarygodnej bazy danych, dla prawie 600 stacji pomiarowych na terenie Europy, z trzydziestoletnim ciągiem obserwacyjnym parametrów temperatury i opadu (1981-2010), który zgodny jest z wytycznymi WMO dotyczącymi jednostek czasu w badaniach klimatologicznych. Na podstawie tej bazy Autor mógł dokonać obiektywnego wyboru wskaźników kontynentalizmu, tak aby rezultaty uzyskiwane poprzez ich zastosowanie były ze sobą kontrastujące.

Za ciekawe osiągnięcie w pracy uważam zastosowanie numerycznego modelu terenu między innymi do uwzględnienia malejącego z odległości oddziaływania mórz, na rozkład wskaźnika kontynentalizmu. Numeryczny model terenu (DEM) SRTM-3 wykorzystano także do pozyskania danych wysokościowych, które na potrzeby tego opracowania zostały poddane transformacji do rozdzielczości 5 km. Także interesujące są eksperymenty wprowadzenia do modelowania wysokość terenu, reprezentowanej przez DEM, do modelowania rozkładu przestrzennego wskaźników kontynentalizmu. Wzięto pod uwagę predyktory pochodnych od DEM tj. nachylenie i ekspozycja, jednak autor rozprawy, po przeprowadzonych testach wstępnych, nie uwzględnił ich w zasadniczych analizach ze względu na brak istotnych statystycznie relacji między predyktorami a wskaźnikami kontynentalizmu klimatu oraz brak istotności w modelu złożonym. Ze zmiennych X, Y, SDI, DEM utworzono składowe główne, na podstawie których stworzono również modele regresji wielowymiarowej. Zabieg ten miał na celu statystyczne uzasadnienie włączenia zmiennej DEM, mimo wystąpienie słabej korelacji zmiennej DEM ze wskaźnikami kontynentalizmu klimatu. Konstrukcja teoretyczna składowych głównych pozwala na taki zabieg. Wskaźniki kontynentalizmu klimatu maleją wraz z wysokością, dlatego też ważne było dla autora rozprawy, aby włączyć tę zmienną do analizowanych modeli. Parametryzowano po 3 modele jednowymiarowe dla każdego wskaźnika, łącznie 12 modeli. Dokonano również specyfikacji modeli regresji lokalnej i globalnej w oparciu o różne kombinacje predyktorów (X, Y, SDI, DEM) oraz zmiennych składowych głównych (Z1, Z2, Z3) wraz z krigingiem reszt. Dla każdego wskaźnika były to następujące modele: MLR, MLRK, GWR, GWRK, MLRPC, MLRKPC, GWRPC oraz GWRKPC. Przyrost wyjaśnienia wariancji, interpolowanego wskaźnika opadowego Vemića, odnotowano po wprowadzeniu do modelu regresji zmiennej predyktora DEM, który wzbogacił model o 2,2%. Wyniki uzyskane po włączeniu zmiennej DEM wskazują na szeroką specyfikę uwarunkowań rozkładu wskaźnika kontynentalizmu klimatu.

Za najistotniejsze osiągnięcie w pracy uważam pogłębioną geoinformatycznie weryfikację powszechnie dostępnych metod interpolacyjnych, w oprogramowanych GIS i statystycznych dla wskaźników klimatu uwzględniających średnie wieloletnie: amplitudy temperatury powietrza, sumę opadu za okres marzec-wrzesień, roczną sumę opadu oraz szerokość geograficzną stacji, w których wyznaczane są te parametry.

Godne podkreślenia jest również zidentyfikowanie zmiennych środowiskowych, które mają wpływ na rozkład kontynentalizmu klimatu. Większość z cech wpływających na rozkład temperatury: szerokość geograficzna, odległość od mórz i oceanów, obieg wody w atmosferze, wysokość nad poziomem morza, ukształtowanie terenu, wielkość i rozkład lądów i mórz, prądy morskie, cyrkulacja powietrza, rodzaj podłoża czy działalność człowieka, były w fazie wstępnej rozważań przeanalizowane przez Autora i włączone do badań nad rozkładem przestrzennym wskaźników lub wyeliminowane.

Pracę zamyka podsumowanie i wnioski odpowiadające przedstawionym celom pracy, które zostały należycie wyeksponowane w treści rozprawy. Podkreślają one naukową i użyteczną wartość pracy.

### **3. Uwagi do rozprawy doktorskiej pt. „Rozkład przestrzenny wybranych wskaźników kontynentalizmu klimatu w Europie w świetle różnych metod interpolacji”**

Recenzowana praca doktorska jest napisana wyjątkowo oszczędnym i bardzo zwięzłym językiem, czasami używano skrótów myślowe, co dla osoby nie będącej uczestnikiem badań może budzić wątpliwości i niejasności. Przy dalszych publikacjach proponuję Autorowi zamieszczenie zwięzłego słownika objaśniającego używane skrótów.

Poniżej przedstawię kilka uwag, ogólnych i szczegółowych, do niektórych poproszę o ustosunkowanie się Doktoranta.

#### **Wstęp:**

(s.5): „Metody dedykowane warunkom niestacjonarności dają istotnie lepsze wyniki interpolacji niż metody dedykowane warunkom stacjonarnym. Postawiono także hipotezę badawczą mówiącą, że wskaźniki kontynentalizmu mogą być traktowane jako zmienne zregionalizowane, a ich rozkład przestrzenny można modelować algorytmem krigingu resztowego.”

(s. 6) „Rozkład cech kontynentalizmu w Europie ma charakter deterministyczny, zatem możliwa jest identyfikacja zmiennych środowiskowych, od których zależy rozkład wskaźników kontynentalizmu klimatu”.

W podejściu geostatystycznym (wykorzystanie metod analizy i modelowania zmiennej zregionalizowanej) przyjmowane jest założenie o deterministyczno-stochastycznym charakterze zjawiska, co jest sprzeczne z drugą tezą. Wykorzystywany w pracy kriging jest estymatorem a nie metodą interpolacji, określającą zdeterminowaną zależność od wskazanych zmiennych.

#### **Rozdział 1**

Nie ograniczono literatury do przypadków stosowania metod statystycznych do zjawisk i parametrów poddanych modelowaniu w doktoracie. Przydatność różnych metod interpolacyjnych zależy od: rodzaju parametru klimatycznego, przestrzenno-czasowych rozkładów parametrów, okresów pomiarowych, typu i gęstości oraz rozkładu sieci stacji obserwacyjnych, położenia i wielkości obszaru badań. Doniesienia literaturowe skomentowano skrótowo

i ogólne, nie podając kompletu informacji przybliżających zakres i obszar badań. Zdaniem recenzenta w tym przeglądzie metod powinny znaleźć się odniesienia literaturowe do opracowań dla podobnych obszarów pod względem wielkości, ukształtowania, położenia (szerokość geograficzna) oraz modelowanych parametrów klimatu - wielkości średnich 30 letnich sum rocznych temperatury oraz średnich wieloletnich sum miesięcznych i rocznych opadów. Pomogło by to zawęzić obszar testowania tak wielu metod geostatystycznych.

Na przykład w artykule: Eldrandaly, K. A., Abu-Zaid, M. S., 2011, *Comparison of Six GIS-Based Spatial Interpolation Methods for Estimating Air Temperature in Western Saudi Arabia*, Journal of Environmental Informatics, 18 (1), 38-45 jest przedstawione: „Six GIS-based spatial interpolation methods were compared to determine their suitability for estimating mean monthly air temperature (MMAT) surfaces, from data recorded at nearly 31 meteorological stations representing different climatic conditions in Western Saudi Arabia” Myślę, że to odniesienie, oraz kilka innych, można by opuścić na rzecz szczegółowego omówienia wyników badań innych autorów.

### **Rozdział 3**

W publikacjach związanych z tematyką doktoratu, we wstępie należałoby omówić zasadność wyboru właśnie metod interpolacyjnych dla modelowanych zbiorów geodanych, o konkretnym typie rozkładu przestrzennego, spośród mnogości metod „odtworzenia wartości brakujących” (funkcje aproksymujące, zastosowanie sieci neuronowych do rozkładów wielocelowych, modele klasyfikacji rozmytej ze względu na wartości badanego zjawiska i warunki towarzyszące itp.).

### **Rozdział 4**

Uwaga do części 4.1. Zdaniem recenzenta rozdział ten powinien zacząć od głębokiej analizy samych danych. Nie ma tu analiz statystycznych, które dałyby odpowiedź o charakterze zmienności przestrzennej różnych parametrów mających wpływ na wskaźniki (które to parametry wykorzystano do obliczania i interpolacji wskaźników). Nie podano też zakresu i rodzaju zmienności geodanych, odległości między punktami wyznaczającymi itd. Nie porównano, gdzie i jak bardzo różniły się dane. Brakuje histogramów danych wejściowych, od czego powinno się zacząć. Oczywiście dogłębna analiza metod interpolacji mogłaby pomóc w opracowaniu samego uniwersalnego wskaźnika, bo powinna pokazać, co tak właściwie istotnie wpływa na różnicowanie ocen, ale musiałaby być oparta na głębokiej znajomości danych i ich zmienności, bo to pokazałoby, gdzie oceny nie są zgodne. W tych miejscach nawet najlepsze metody interpolacji nie rozwiążą problemu skoro dane nie są ze sobą zgodne. Analiza przyczyn tej niezgodności byłaby dobrym przyczynkiem do opracowania uniwersalnego wskaźnika. Z drugiej strony w klimacie kontynentalnym bywają częściej skrajności, więc analiza ekstremów różnic temperatur/opadów rocznych do średniej długoletniej też byłaby ciekawa. Brakuje także analizy rozkładu punktów w sieci pomiarowej (kompletnego i po wydzieleniu zbioru kontrolnego, oraz samego zbioru kontrolnego).

Uwaga do części 4.3 dotyczącej uzasadnienia przyjętej rozdzielczości pola podstawowego o boku 5 kilometrów: zacytowany artykuł Hengl, T., 2006, *Finding the right pixel size*, Computers & Geosciences, 32, 1283-1298. wskazuje optymalną wielkość rastra dla innych zagadnień, związanych z danymi glebowymi: „Selection of grid resolution was demonstrated using four datasets: (1) GPS positioning data-the grid resolution was related to the area of circle described by the error radius, (2) map of agricultural plots-the grid resolution was related to the size of smallest and narrowest plots, (3) point dataset from soil mapping-the grid resolution was related to the inspection density, nugget variation and range of spatial autocorrelation and (4) contour map used for production of digital elevation model-the grid resolution was related with the spacing between the contour lines i.e. complexity of terrain. (...) This methodology can now be integrated within a GIS package to help inexperienced users select a suitable grid resolution without doing extensive data preprocessing”.

Rozmiar podstawowego pola, wykorzystywanego do modelowania danych i porównywania wyników, nie jest zgodny z wynikami przedstawionymi w międzynarodowych opracowaniach dla Europy (Roekaerts 2002, Noirfalise 1987, Metzger et al. 2005, ETC / BD. 2006). Różne kombinacje wielkości pól podstawowych oraz ich zastosowań są przedstawione w tabeli dla sieci klimatycznych i zestawów danych w The Tyndall Centre for Climate Change Research (Mitchell 2002). Temat ten był często analizowany też w Polsce (Stach 2010). Do analiz dotyczących opracowań rozkładów parametrów klimatu, zostało wybrane pole podstawowe o wielkości 1 kilometra kwadratowego. Argumenty o ograniczeniu ilości pól podstawowych przy konstrukcji modelu wynikające z konieczności stosowania komputera o większej mocy obliczeniowej wydają się argumentem z zamierzonych czasów geoinformatycznych.

Również w tym rozdziale napisano: „Pierwotnie brane pod uwagę były również predyktory pochodne od DEM tj. nachylenie i ekspozycja, jednak autor rozprawy, po przeprowadzonych testach wstępnych, nie uwzględnił ich w zasadniczych analizach ze względu na brak istotnych statystycznie relacji między tymi dwoma predyktorami a wskaźnikami kontynentalizmu klimatu oraz brak istotności w modelu złożonym”.

Bardzo obszerna literatura przeczy wnioskowi, wyciągniętemu przez Autora, że można pominąć w modelowaniu parametrów opadu pochodne DTM: „ze względu na brak istotnych statystycznie relacji między tymi dwoma predyktorami (nachylenie i ekspozycja) a wskaźnikami kontynentalizmu klimatu oraz brak istotności w modelu złożonym”. Rzeczywiście te oba predyktory nie mają bardzo wysokiego wpływu na rozkład zjawiska w skali regionalnej, natomiast przebieg barier morfologicznych, wysokości względne i bezwzględne terenu mają wpływ istotny.

W Wielkiej Brytanii Brunson, McClatchey i Inwin opracowali model liniowego związku opadów z wysokością za pomocą metody znanej jako regresji ważonej geograficznie i użyli tego modelu, aby określić przebieg zmienionych warstw w serii mapach średnich miesięcznych opadów (Brunson et al. 2001). Badania przeprowadzone w Szkocji (Prudhomme, REED 1999) z stosowaniem procedury krigingu, wykazały silną zależność od warunków meteorologicznych (indeks ekstremalnych opadów rocznych) i rzeźby terenu w obszarach górskich. Dostępne były dane DTM w sieci 1 km x 1 km. Stwierdzono, że rozkład przestrzenny opadu nie

jest uzależniony od wysokości w prosty sposób, ale stwierdzono bardziej złożone związki z rzeźbą terenu i położeniem niż w stosunku do źródeł wilgoci, takich jak mokradła, rzeki, morza.

Autor doktoratu podaje też: „dane wykorzystane w rozprawie pochodzą ze stacji synoptycznych, których położenie, zgodnie z zaleceniami WMO powinno dążyć do wyeliminowania wpływów lokalnych. W związku z tym zmienne o charakterze lokalnym (ekspozycja, nachylenie terenu) zostały odrzucone”. To podejście obecnie można by przyjąć dla stacji zakładanych obecnie, ale dla danych z lat osiemdziesiątych trudno przyjąć takie wyjaśnienia (Guide to climatological practices WMO).

Zdaniem recenzenta przed rozpoczęciem modelowania trzeba było przeprowadzić regionalizację dla klimatu przejściowego od morskiego do kontynentalnego i szczególnie zająć się tą częścią Europy. W przypadku podejścia geostatystycznego do modelowania zmiennej regionalizowanej krytycznym etapem analizy jest analiza domen, której Autor nie przeprowadził. Autor wielokrotnie pisze o zróżnicowaniu analizowanych parametrów np. między obszarami górskimi i nizinnymi, ale wiedzy tej nie wykorzystał do budowy modeli obarczonych mniejszym błędem interpolacji/estymacji.

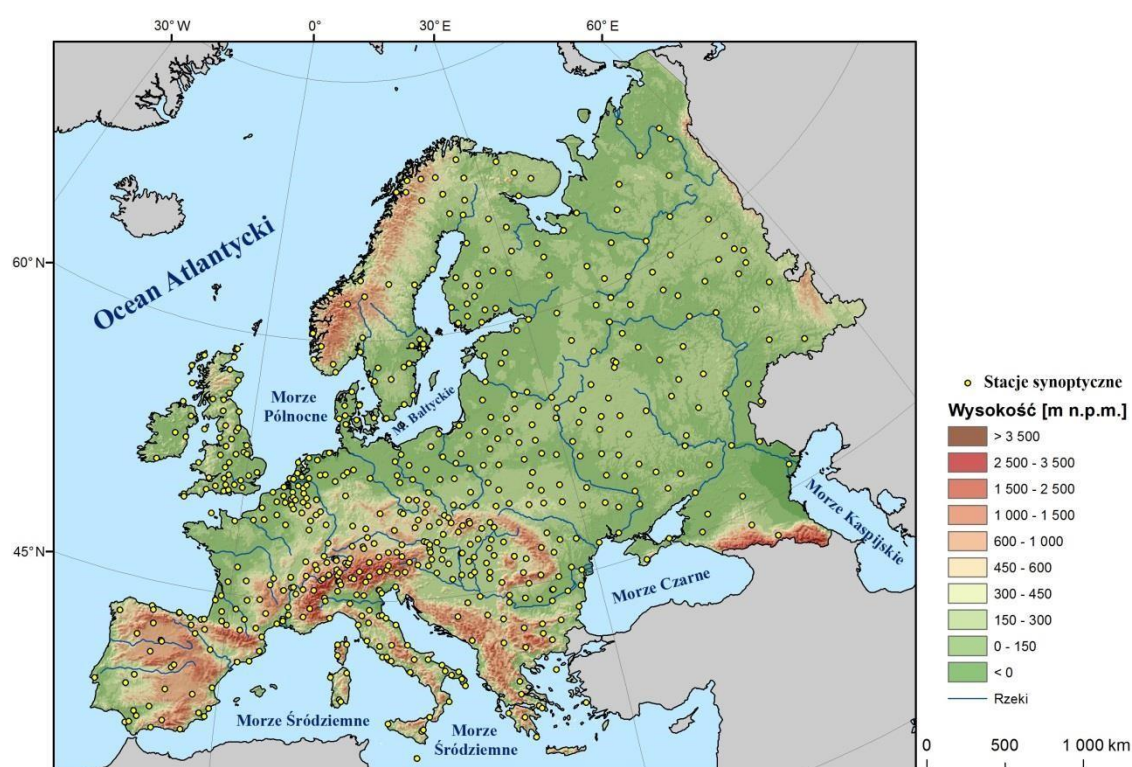
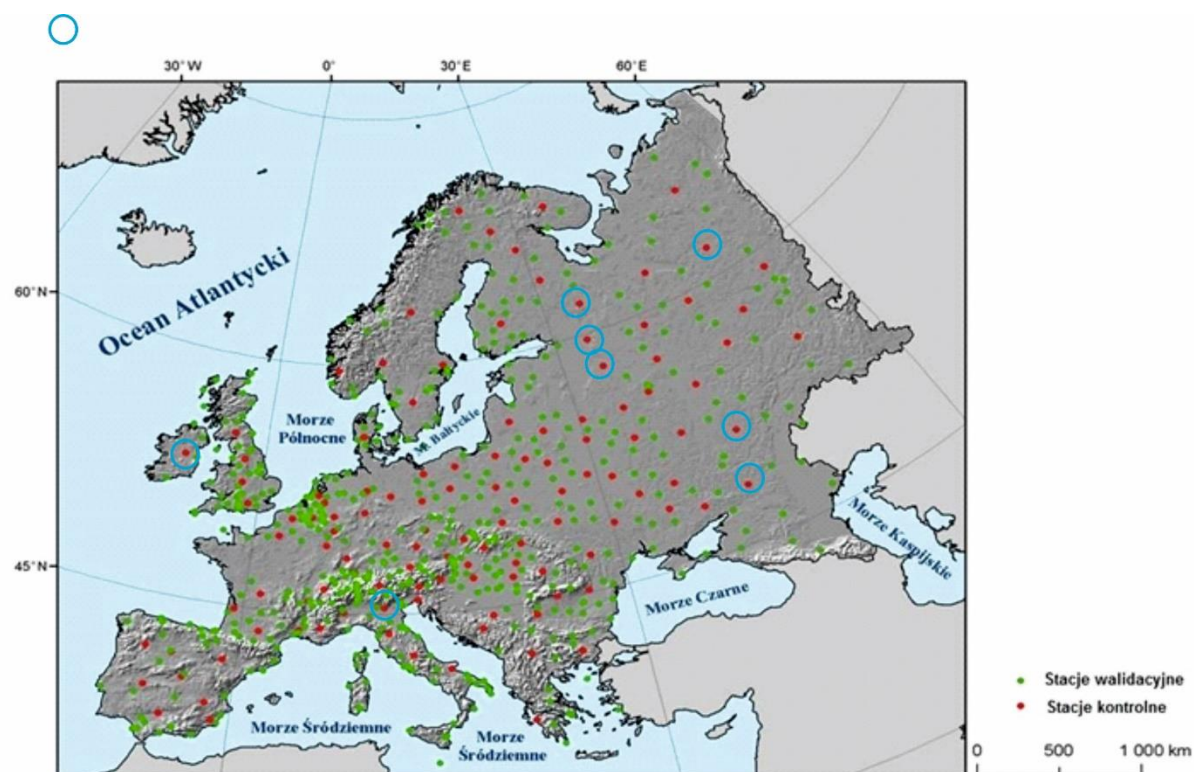
Uwaga do części 4.7 W rozdziale tym napisano: „Zbiór kontrolny utworzyło 120 stacji tj. 20% całej liczby stacji. Punkty do zbioru kontrolnego były wybierane w taki sposób, by w każdym przedziale wysokości (1 - 300, 301 - 600, powyżej 600 m n.p.m.) była reprezentacja 20% z liczby stacji znajdującej się w danym przedziale wysokości”.

Nasuwa się tu pytanie czy różnice parametrów klimatycznych i lokalizacja w sieci pomiarowej były podobne w zbiorze treningowym i kontrolnym? Autor wielokrotnie pisze o zróżnicowaniu analizowanych parametrów np. między obszarami górskimi i nizinnymi, ale wiedzy tej nie wykorzystał do budowy modeli.

Stwierdza także: „Dodatkowo analiza procentowa wspomaganą była analizą wizualną mającą na celu logiczne włączenie stacji do zbioru kontrolnego, tak by wylosowane stacje nie znajdowały się blisko siebie oraz, żeby ich rozrzut pokrywał cały obszar badawczy (ryc. 6)”.

Poniżej recenzent przedstawia zakreślone przykładowe miejsca, w których wyłączenie przy budowie modelu danej o opadzie, może zmienić model. Dla wyjaśnienia rysunek z pracy z wyraźnie przedstawioną rzeźbą terenu.





Uwaga do rozdziału 4 i pozostałych:

W wielu miejscach pracy Autor posługuje się slangiem technicznym (pochodząca tłumaczenia materiałów autorów programów typu ArcGIS), który nie ma umocowania w języku polskim, ani fachowej literaturze przedmiotu. Stosowane są nieuprawnione skrótowce, które nie są ogólnie przyjęte i powinny zostać wyjaśnione. Poniżej przykładowy tekst:

„Schematy ważenia w ruchomych oknach GWR (...). Zależność ta oparta była o zalecaną w literaturze funkcję gaussowską (Fotheringham i in., 2002). Kernel wykorzystany w analizach ustawiony był jako adaptacyjny, czyli jako funkcja określonej liczby sąsiadów. Punkty obserwacji były nierównomiernie rozmieszczone. Zastosowanie schematu adaptacyjnego pozwoliło wyeliminować możliwą złą specyfikację GWR dla obszarów o małej gęstości punktów (Fotheringham i in., 2002; Mitchell, 2005). Dodatkowo zasięg (bandwidth) funkcji w kernelach adaptacyjnych został dobrany na podstawie minimalizacji skorygowanego kryterium Akaike AICc (Akaike Information Criterion corrected; Akaike, 1973). Stosując model o większej liczbie zmiennych objaśniających otrzymywane są dokładniejsze przewidywania, jednak model taki ma tendencję do nadmiernego dopasowania. Dlatego też im mniejsza wartość AICc, tym większa pewność, że model nie jest nadmiernie dopasowany (Fotheringham i in., 2002)” (s. 46).

Analogiczne, swobodne traktowanie terminologii skutkuje trudnością w stwierdzeniu faktycznie zastosowanych metod, np. nie wiadomo czy „kriging zwykły” jest krigingiem zwyczajnym, czy krigingiem prostym, co w przypadku stosowania go do estymacji reszt powstałych w wyniku eliminacji trendu nie jest obojętne. Podobnie, nie wiadomo, jak Autor rozróżnia trend od dryftu i uwzględnia jego istnienie w krigingu:

„Kriging uniwersalny – UK, ang. Universal Kriging; zakłada występowanie trendu, wykorzystywany jest w warunkach niestacjonarności. Zmienna  $Z$  w lokacji  $s$ , jest liniową funkcją zmiennych objaśniających  $x_1, \dots, x_n$ . Po rozpoznaniu dryftu, w krigingu uniwersalnym, ustalany jest wariogram reszt. Jest on uwzględniany w rozszerzonym zbiorze równań krigingowych, również zawierających dryft. Wielkość obszaru poszukiwania była tak dobrana by zmaksymalizować liczbę stacji biorących udział w rozwiązaniu układu równań krigingu dla przeprowadzanej estymacji.” (s. 44).

Ocena poprawności zastosowania krigingu nie jest możliwa, gdyż Autor nie przedstawił wyników analizy statystycznej otrzymanych reszt, ani sposobu określenia wariogramów empirycznych, ani samych wariogramów empirycznych, wraz z dopasowanymi modelami teoretycznymi, które zastosowano do estymacji reszt. Podano parametry liczbowe modeli wariogramów i z arbitralnej decyzji Autora wiadomo, że posługuje się on modelami sferycznymi, bez uzasadnienia:

„Wariogram można przybliżać różnymi dodatnio określonymi modelami teoretycznymi, np. sferycznym, kołowym, wykładniczym, gaussowskim czy liniowym. W rozprawie wykorzystano wariogram sferyczny...” (s.44)

Przyjęty model teoretyczny determinuje wyznaczane wagi estymatora, zatem ma on kluczowy wpływ na uzyskiwane wyniki prognozowanych wartości. Jest to właśnie przykład „przyjmowania odmiennego założenia prowadzącego do różnic w interpretacji zjawiska”, które zgodnie z intencjami Autora podanymi na początku pracy, miały być weryfikowane.

## Rozdział 5

W rozdziale tym nie określono ani rodzaju błędu („błąd zbiorczy”?), ani sposobu jego „uśredniania”. Interpolowane/estymowane wartości w rzadko rozmieszczonych punktach zostały w „porównane” (5.4) z wykorzystaniem izolinii. Zachodzi obawa, czy metoda utworzenia

izolinii nie wznosi istotnego błędu (np. większego niż różnice między porównywalnymi modelami).

#### **Uwagi dodatkowe.**

Mnogość wskaźników pokazuje, że nie ma zgody na jeden standard, więc zamiast doskonalic interpolacje, może lepiej skupić się na zaproponowaniu nowego wskaźnika kontynentalizmu. Oczywiście dogłębna analiza metod interpolacji mogłaby pomóc w opracowaniu samego uniwersalnego wskaźnika, bo powinna pokazać, co tak właściwie istotnie wpływa na różnicowanie ocen, ale musiałby być oparta na dogłębnej znajomości danych i ich zmienności, bo to pokazałoby, gdzie oceny są rozbieżne. W tych miejscach nawet najlepsze metody interpolacji nie rozwiążą problemu skoro wskaźniki nie są ze sobą zgodne. Zastanawiam się, czy weryfikatorem takiego wskaźnika mógłby być wskaźnik rodzaju wskaźnika kontynentalizmu według Zarzyckiego (Zarzycki K., i in.: „Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski”, IB PAN, Kraków 2002).

#### **Uwagi redakcyjne**

Pomyłka przy odnoszeniu się do rysunków na str. 49 – nad rysunkiem powinno być – ryc. 7.

#### Do załączników:

1. Zaznaczenie miast dużą czerwoną kropką sugeruje w tych miejscach występowanie wyśpowej wartości wskaźnika  $K < 45\%$ .
2. Podkład z cieniowanej rzeźby terenu (raster DTM) zmienia walor koloru, który ma być wyróżnikiem klasy. Proponuję dla alpejskiego fragmentu zaznaczyć granice jednostek fizycznogeograficznych: Północne Przedgórze Alp :Wyżyna Szwajcarska, Alpy: Zewnętrzne Alpy Zachodnie, Wewnętrzne Alpy Zachodnie, Zewnętrzne Alpy Wschodnie, Alpy Centralne, Wewnętrzne Alpy Wschodnie, Pogórze Styryjskie i Nizina Padańska - albo tylko mezoregiony.
3. Zielona granica przy mapach regionu Alp zamazuje granice i nic nie wnosi.
4. Nie załączono porównania zgodności modeli dla wskaźnika Vemića (były by to zał. 50).

#### **4. Wniosek końcowy**

Podane wyżej uwagi szczegółowe nie umniejszają wartości pracy doktorskiej, która obok wartości poznawczych ma również duże znaczenie praktyczne. Podane uwagi mogą być raczej potraktowane jako dalsze kierunki prac nad tymi zagadnieniami.

Podsumowując swoje uwagi stwierdzam, że Doktorant podejmując trudne zadanie badawcze wykazał umiejętność dostrzegania ważnych problemów naukowych oraz umiejętność doboru właściwych metod rozwiązywania postawionego zadania. Doktorant dobrze porusza się zarówno w sferze teoretycznej jak i badawczej. Przeprowadził ciekawe badania z zakresu geoinformacji.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska stanowi samodzielne rozwiązanie problemu a Doktorant wykazał się dobrym poziomem wiedzy w dyscyplinie naukowej w której prowadził badania.

Biorąc to pod uwagę jestem zdania, że praca doktorska **mgr Piotra Bednarczyka pt. „Rozkład przestrzenny wybranych wskaźników kontynentalizmu klimatu w Europie w świetle różnych metod interpolacji”** odpowiada warunkom określonym w art.13 Ustawy z dnia 13 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65 z 2003 r. Poz. 595 ze zm. Dz. U. z 2005 r. nr 164, poz. 1365) i stawiam wniosek do **Wydziału Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie** o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Wrocław 19 czerwca 2015 r.



Joanna Bac-Bronowicz