

Dr hab. Urszula Somorowska, prof. UW
Uniwersytet Warszawski
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych
Zakład Hydrologii
Krakowskie Przedmieście 30
00-927 Warszawa

Warszawa, 2024-05-22

**Recenzja rozprawy doktorskiej Pani Mgr Malwiny Kozek-Połomskiej
„Dynamika rozwoju susz hydrologicznych w Polsce w latach 1989-2018”
przygotowanej w Instytucie Klimatologii i Hydrologii
Wydziału Nauk Geograficznych w Uniwersytecie Łódzkim
pod kierunkiem dr hab. Edmunda Tomaszewskiego, prof. UŁ**

1. Wprowadzenie

Niniejsza recenzja została napisana w odpowiedzi na pismo Prof. Joanny Petery-Zganiacz z dnia 25 kwietnia 2024 r., Przewodniczącej Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku.

Przedmiotem rozprawy jest ocena susz hydrologicznych występujących w Polsce w zlewniach położonych w pięciu różnych regionach geograficznych Polski. Są to łącznie analizowane zlewnie Przymorza (region 1), a także zlewnia Biebrzy (region 2), zlewnia Warty (region 3), zlewnia Wieprza (region 4) oraz zlewnia Dunajca (region 5). Tematyka pojawiania się susz hydrologicznych, ich częstości występowania, sezonowości oraz surowości jest niezwykle aktualna ze względu na potrzebę rozwoju nowatorskich podejść i metod badawczych. W szczególności dotyczy to możliwości detekcji i wyizolowania specyficznych charakterystyk susz hydrologicznych determinujących dostępność zasobów wodnych, co wiąże się z potrzebą wieloaspektowej analizy danych hydrometeorologicznych. Ocena charakterystyk susz jest szczególnie ważna w obliczu częstego występowania zjawisk ekstremalnych, zwiększającej się antropopresji, a także w związku z koniecznością podejmowania działań związanych ze zrównoważonym gospodarowaniem zasobami wodnymi. Niniejsza rozprawa wpisuje się w tę tematykę. Jest pracą mającą wszelkie cechy rozprawy doktorskiej.

2. Formalna ocena rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do oceny rozprawa liczy 172 strony tekstu, w tym 57 rysunków, 8 tabel oraz 11 załączników. Praca składa się z ośmiu rozdziałów, wykazu literatury (bibliografii), a także spisu rysunków, spisu tabel oraz spisu załączników. Wszystkie rozdziały, oprócz rozdziałów pierwszego, siódmego i ósmego, mają strukturę złożoną i dzielą się na podrozdziały. Układ rozprawy oraz podział treści są prawidłowe. Spis literatury obejmuje 226 pozycji. W olbrzymiej większości są to pozycje polsko- i

anglojęzyczne polskich autorów (88%), a pozostałe to pozycje głównie anglojęzyczne (12%) autorów zagranicznych. Ogromna liczba prac dotyczących susz, która powstaje w świecie w ostatnich latach jest z jednej strony potwierdzeniem znaczenia podjętej w niniejszej pracy problematyki, z drugiej zaś skłaniałaby do uwzględnienia większej liczby pozycji światowych, tych ostatnich, które dotyczą czasowo-przestrzennej charakterystyki susz, np. Diaz i in.(2023, 10.1002/9781119639268.ch11). Warto również wspomnieć, że susze mogą rozwijać się nie tylko „powoli, zarówno w czasie, jak i w przestrzeni” jak pisze Autorka (strona 15, pierwszy wiersz od góry), co w literaturze anglojęzycznej określane jest jako „slow-developing droughts”, ale również gwałtownie, co jest określane jako susze błyskawiczne (ang. flash droughts). Hydrologiczne susze błyskawiczne (ang. Streamflow Flash Drought), charakteryzują się gwałtownym spadkiem przepływu w stosunkowo krótkim czasie, o czym piszą ostatnio m.in. Singh, R., & Mishra, V. (2024). (Atmospheric and land drivers of streamflow flash droughts in India. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 129, e2023JD040257. <https://doi.org/10.1029/2023JD040257>).

W rozdziale pierwszym (Wstęp) sformułowano zasadniczy cel pracy, jako „ocenę dynamiki rozwoju susz hydrologicznych w Polsce”. Istotnym uszczegółowieniem jest sformułowanie sześciu celów cząstkowych, które objęły konstrukcję algorytmu identyfikacji suszy hydrologicznej, ocenę struktury czasowej i dynamiki rozwoju suszy, ocenę stopnia natężenia i koncentracji niedoborów odpływu podczas trwania suszy, ocenę zasięgu i kierunku rozwoju przestrzennego susz, weryfikację istnienia składowych systematycznych w wieloletnich szeregach czasowych badanych charakterystyk suszy, oraz identyfikację typów suszy hydrologicznej w Polsce. Cele badawcze są poprawnie sprecyzowane. Wszystkie przedstawione cele szczegółowe zostały przez Autorkę zrealizowane w dalszej części pracy.

W rozdziale drugim dokonano przeglądu literatury tematycznie powiązanej z realizowanym tematem, odnosząc się do klasycznych definicji susz meteorologicznych, glebowych, hydrologicznych i społeczno-ekonomicznych. Przyniesiono również badania Profesora Kędziory i in. (2014, pozycja literatury 81), z których wynika, że Wielkopolska jest szczególnie narażona na występowanie susz hydrologicznych. Stąd zapewne wybór zlewni Warty jako jednego z obiektów objętych badaniami w niniejszej pracy. Na marginesie, wartości parowania terenowego, jak piszą Kędziora i in. (2014) zwiększyły się w okresie 1996-2006, natomiast podane przez nich wartości parowania dotyczyły parowania z wolnej powierzchni wody, a nie parowania terenowego, co niezbyt zręcznie opisano na stronie 11 niniejszej rozprawy. W rozdziale trzecim dokonano zwięzłego przeglądu badań dotyczących susz hydrologicznych, prawidłowo definiując na wstępie pojęcie niżówki rzecznej oraz suszy hydrologicznej.

Sformułowanie problemu badawczego jest wieloaspektowe. Zaproponowane w rozdziale czwartym metody badawcze są adekwatne do postawionego celu i obejmują:

- zastosowanie podstawowych miar statystycznych (rozdział 4.1);

- zastosowanie podstawowych miar hydrologicznych (rozdział 4.2);
- identyfikację niżówek rzecznych na podstawie sformułowanych kryteriów dotyczących wielkości przepływu granicznego (rozdział 4.3);
- identyfikację susz hydrologicznych, rozumianych jako możliwy ciąg następujących po sobie niżówek rzecznych (rozdział 4.4);
- hierarchiczną analizę skupień w celu wydzielenia typów suszy w obrębie całego zbioru susz które wystąpiły we wszystkich pięciu analizowanych regionach (rozdział 4.5).

Zaproponowane metody badawcze są w pełni dostosowane do szczegółowych celów pracy, ale ich opis w rozdziale czwartym mógłby być bardziej syntetyczny. W rozdziale 4.1 wymienia się współczynnik koncentracji Lorenza, a następnie w rozdziale 4.4 dokonuje się jego uszczegółowienia i interpretacji. Taka sama uwaga dotyczy wskaźników struktury sieci rzecznej; w rozdziale 4.1 wspomina się, że „gęstość sieci rzecznej i sposób jej wykształcenia wskazują na drogi krążenia wody na powierzchni danego obszaru, mają one również istotny wpływ na kształtowanie się odpływu, w tym również jego niedoborów.” Następnie ponownie powraca się do tych wskaźników w rozdziale 4.4. Warto wyjaśnić i doprecyzować, w jaki sposób informacja o spełnieniu (lub nie) praw Hortona będzie wykorzystana w tej pracy. Jednocześnie warto zawsze podawać szczegóły sposobu wyznaczenia parametrów struktury sieci rzecznej. W rozdziale 4.4, na stronie 41, stwierdzono: „Zatem kierunek i dynamika rozwoju niżówek zależy od położenia cieków w strukturze hydrograficznej.” W związku z tym że tzw. wskaźnik kierunku rozwoju suszy będzie dopiero badany, to warto wyjaśnić, czy to stwierdzenie jest założeniem, hipotezą czy wnioskiem.

Kolejny rozdział (rozdział 5) dotyczy charakterystyki obszaru badań: Jest ona dokonana w sposób detaliczny. Uwaga szczegółowa dotyczy wykresów umieszczonych w załącznikach 6 i 7; oznaczenie skali pionowej powinno być bardziej dokładne, aby rząd wielkości poszczególnych wskaźników był możliwy do odczytania. Parametry R_B , R_L , i R_A (kolejno: wskaźnik bifurkacji, wskaźnik średniej długości cieków oraz wskaźnik średniej powierzchni zlewni) dla zlewni Słupi, Łupawy i Łeby, uzyskane w niniejszej rozprawie (strona 55, tabela 2) różnią się od tych uzyskanych w pracy Fac-Benedy (2013; Fractal structure of the Kashubian hydrographic system, Journal of Hydrology, 2013, 488, 48-54; <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.02.033>). Stąd istotne byłoby wyjaśnienie, co jest powodem uzyskania odmiennych wartości.

W rozdziałach szóstym i siódmym zawarto opis i interpretację uzyskanych wyników. W rozdziale 6.1 przedstawiono zmienność wieloletnią charakteryzując liczbę zidentyfikowanych susz hydrologicznych, ich czas trwania oraz wskaźnik tempa rozwoju susz, uwydatniając dynamikę wyczerpywania i uzupełniania (odnawiania) zasobów wodnych. Czas trwania suszy hydrologicznej opracowano w ujęciu przestrzennym w okresie wieloletnim, wymagającym niezmiernie detalicznej i pracochłonnej analizy, ujednoczonej pod względem metodycznym i kartograficznym dla wszystkich pięciu obszarów badawczych. W ujęciu przestrzennym, w

porównywalny sposób, przedstawiono również stopień surowości suszy hydrologicznej charakteryzowany deficytem względnym niżówek rzecznych. Kolejnym elementem szczegółowego opracowania charakterystyk susz hydrologicznych była analiza wybranych charakterystyk przestrzennego rozwoju susz. Ten element pracy uznaję za szczególnie cenny bowiem dokonano przestrzennej charakterystyki rozwoju susz z wykorzystaniem dwóch wskaźników, a mianowicie wskaźnika zasięgu suszy (WZS) oraz wskaźnika kierunku rozwoju suszy (WKRS), analizując jednocześnie zależność regresyjną między tymi dwoma wskaźnikami. Wyróżniono susze o małym, dużym i pełnym zasięgu. Przedstawiono wybrane przykłady przestrzennego zasięgu susz hydrologicznych, charakteryzując wartości wskaźników WZS i WKRS, a także odmienne przebiegi udziału obszarów objętych suszą i kumulowanego udziału obszarów objętych suszą (rysunki 38, 39 i 40). Ponadto, w okresie wieloletnim analizowano przebieg czasowy wskaźnika tempa rozwoju suszy (WTRS) oraz wskaźnika koncentracji suszy (WKS) (rysunki 41-46), z wnioskiem końcowym o braku istotnych statystycznie tendencji. Na szczególną uwagę zasługuje analiza zmienności sezonowej susz hydrologicznych przeprowadzona w rozdziale 6.2. Za szczególnie cenny element pracy uznaję również syntetyczne opracowanie procentowego udziału liczby dni z suszą w kolejnych dniach roku hydrologicznego (rysunek 48) i wykazanie podobnego przebiegu wartości w czterech niżowych obszarach badawczych oraz odmiennego od nich przebiegu w zlewni Dunajca. Rozszerzeniem i dodatkowym udokumentowaniem tych prawidłowości jest syntetyczne opracowanie zawarte na rysunku 50 w formie chronoizoplet uwidaczniające terminy pojawiania się susz w okresie wieloletnim. Ostatnim, a zarazem istotnym elementem pracy było wyróżnienie pięciu typów susz hydrologicznych w Polsce (rozdział 7) na podstawie hierarchicznej analizy skupień przyjmując za podstawę wskaźniki standaryzowane czasu trwania (TS), tempa rozwoju (WTRS), surowości (WSS), koncentracji (WKS) oraz kierunku rozwoju (WKRS). W efekcie dokonano identyfikacji struktury typów suszy hydrologicznej, wyróżniając ich 5 typów.

Podsumowując należy podkreślić, że zaproponowana metodyka badań daje możliwość kompleksowej oceny susz hydrologicznych i jest oryginalną propozycją Autorki. Zaproponowano łącznie osiem charakterystyk susz hydrologicznych do kompleksowej wieloletniej i sezonowej analizy przebiegu susz charakteryzowanych w układzie przestrzennym. Zastosowane metody i narzędzia detekcji niżówek rzecznych i susz hydrologicznych obejmują podejście statystyczne i dynamiczne. W mojej ocenie metodyka jest poprawna, a jednocześnie wskazuje na poszukiwanie związków przyczynowo skutkowych pomiędzy niżówkowym reżimem przepływu i jego fizycznymi uwarunkowaniami. Autorka umiejętnie wykorzystuje metody obliczeniowe, znajdując jednocześnie uzasadnienie uzyskiwanych wyników w zachodzących procesach fizycznych.

3. Podsumowanie i wnioski końcowe

Podsumowując ocenę rozprawy doktorskiej Pani Malwiny Kozek-Połomskiej, stwierdzam:

- (1) Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku?
Zdecydowanie TAK

Rozprawa doktorska Pani Malwiny Kozek-Połomskiej potwierdza dużą ogólną wiedzę teoretyczną, sumując doświadczenia zawodowe, zdobyte w wyniku ukierunkowanych badań w zakresie hydrologii. Przedmiot i cel badań zostały w pracy jasno sformułowane. Praca wpisuje się w ważny poznawczo i praktycznie obszar badań susz hydrologicznych w ujęciu sezonowym, wieloletnim, oraz regionalnym. Wnioski zostały dobrze udokumentowane, są logiczne i cenne poznawczo. W pracy podjęto szereg problemów metodycznych. Jednym z ważniejszych było wypracowanie i sprawdzenie możliwości detekcji susz hydrologicznych, co wiązało się z koniecznością wieloaspektowej analizy danych hydrometeorologicznych.

- (2) Czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora?
Zdecydowanie TAK

Rozprawa doktorska Pani Malwiny Kozek-Połomskiej wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Doktorantka dokonała przeglądu literatury tematycznie powiązanej z realizowanym tematem, samodzielnie zaplanowała procedurę badawczą, dostosowała do niej metody badawcze, opracowała statystycznie bogaty materiał empiryczny, poprawnie analizowała i wyprowadzała wnioski.

- (3) Czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego?
Zdecydowanie TAK

Rozprawa doktorska Pani Malwiny Kozek-Połomskiej stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w zakresie detekcji susz hydrologicznych, ich struktury czasowej, natężenia (surowości) oraz rozwoju przestrzennego. Przestrzenna charakterystyka rozwoju susz z jednoczesnym wykorzystaniem dwóch wskaźników, a mianowicie wskaźnika zasięgu suszy (WZS) oraz wskaźnika kierunku rozwoju suszy (WKRS), jest oryginalnym opracowaniem wybranych do badań pięciu obszarów badawczych zlokalizowanych w różnych regionach geograficznych Polski. Ponadto, zaproponowana typologia susz jest również oryginalnym rozwiązaniem Autorki.

Stwierdzam zatem z pełnym przekonaniem, że opiniowana rozprawa Pani Malwiny Kozek-Połomskiej jest wyróżniająca pod względem opracowanych i zastosowanych metod badawczych, zawiera samodzielne rozwiązanie ważnego i istotnego problemu naukowego, jednocześnie spełniając wszystkie wymagania przewidziane dla rozpraw doktorskich w aktualnie obowiązującej Ustawie o Tytule Naukowym i Stopniach Naukowych.

W związku z tym stawiam wniosek o dopuszczenie rozprawy doktorskiej do publicznej obrony.