



Warszawa 15 II 2021

dr hab. Artur Magnuszewski, prof. ucz.
Zakład Hydrologii
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych
Uniwersytet Warszawski

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Joanny M. Doroszkiewicz

„Adaptacja zarządzania ryzykiem powodziowym do zmian klimatu w Polsce, na przykładzie zlewni Biała Tarnowska”

Oryginalność naukowa wybranego tematu rozprawy

Praca przedstawiona do recenzji pod względem tematyki znajduje się na pograniczu gospodarki wodnej, metod statystycznych i modelowania matematycznego procesów formowania powodzi w warunkach zmieniającego się klimatu. Każde z tych zagadnień jest interesujące ponieważ dotyczy aktualnych wyzwań dla gospodarowania wodami w zakresie minimalizacji ryzyka. W warunkach Polski mimo znacznie mniejszego potencjału powodziowego naszych rzek w porównaniu z innymi regionami w Europie, powódzie należą do głównych zagrożeń naturalnych. Sposobem ograniczenia ryzyka powodziowego są plany zarządzania ryzykiem wprowadzone przez Dyrektywę Wodną jako dokument obowiązujący wszystkie kraje członkowskie Unii Europejskiej. Jednym ze sposobów ograniczenia ryzyka jest adaptacja do zjawiska powodzi. Okazuje się, że same zabezpieczenia strukturalne w walce z powodzią w obliczu ich rosnącej skali mogą okazać się niewystarczające. Jako obiekt badań wybrano zlewnię Biała Tarnowska, która jest dopływem Dunajca. To właściwa decyzja jeśli chodzi o dynamikę kształtowania się powodzi, gdyż jest to region charakteryzujący się najwyższym potencjałem powodziowym w Polsce. Ważne jest także zagadnienie poprawy planów zarządzania ryzykiem powodziowym, które są obecnie aktualizowane w systemie powtarzalnych co 6 lat ocen poprawności działania. Z drugiej strony rośnie zainteresowanie uwzględnieniem w planach zarządzania ryzykiem faktu, że czeka nas zmiana klimatu objawiająca się w większej dynamice przebiegu procesów meteorologicznych i hydrologicznych. Obliczona w wyniku modelowania reakcji zlewni

wielkość przepływu powodziowego i jej transformacja w korycie rzecznym to tylko pewne przybliżenie obarczone szeregiem niepewności. Dlatego użytkownik map ryzyka powodziowego powinien wiedzieć w jakim zakresie mieszczą się obliczone wartości, podobnie jak w fizyce wartość pomiarową uzupełnia się o wielkość niepewności metody. Te zagadnienia pojawiają się w recenzowanej pracy, a więc przyjęty problem badawczy należy uznać za istotny dla praktyki i aktualny w świetle obecnie prowadzonych badań na świecie.

Przyjęta metoda badawcza i założenia teoretyczne

Celem pracy jest wprowadzenie do map ryzyka powodziowego nowego wymiaru jakim jest scenariusz zmian klimatu i wytworzenie metodami statystycznymi zakresu wartości wyników modelowania hydrodynamicznego, w której mieści się prawdopodobna wartość rzędnej wysokiej wody o założonym prawdopodobieństwie przewyższenia.

Przyjęto następujący schemat obliczeń:

- wybór scenariusza modelu zmian klimatu zależnie od koncentracji gazów cieplarnianych, z określeniem wpływu tego czynnika na prognozowane pole opadu i temperatury;
- opracowanie kalibracja i weryfikacja modelu opad-odpływ z użyciem przyjętych obserwacji w celu wykonania obliczeń transformacji fali powodziowej w korycie rzeki;
- zastosowanie modelu stochastycznego w układzie czarnej skrzynki (emulatora) dla każdego profilu opisującego geometrię koryta w modelu hydrodynamicznym;
- wyznaczenie niepewności predykcji uzyskanych przez emulator.

Do oceny wpływu zmian klimatu na ryzyko powodziowe wykorzystano projekcje klimatyczne dostępne jako wynik projektu EURO-CORDEX. Wartości przepływu do modelowania poziomu zalania równin zalewowych uzyskano natomiast z modelu opad – odpływ (tzw. modelu hydrologicznego) opracowanego w szwedzkiej służbie hydrologicznej o nazwie HBV. Jest to prawidłowy wybór, ponieważ w warunkach naszego klimatu duże znaczenie ma zasilanie zlewni z topnienia pokrywy śnieżnej. Model ten jest także operacyjnie stosowany w obliczeniach prognostycznych reakcji zlewni nieobserwowanych. Jego zaletą jest także konceptualny opis procesów retencji i możliwość optymalizacji parametrów nie mierzalnych.

Kontrowersję budzi zastosowanie do jednowymiarowego modelu hydrodynamicznego MIKE 11 określenia „rozłożony model przepływu”. Na czym ma polegać rozłożony model

hydrodynamiczny? Określenie rozłożony stosuje się do modeli opad – odpływ, w których parametry do obliczeń transformacji opadu efektywnego w spływ powierzchniowy zapisuje się w siatce pól jednorodnych lub agreguje w granicach zlewni cząstkowych. W hydrodynamicznym modelu jednowymiarowym ruch wody jest opisywany równaniem Saint – Venanta za pomocą, którego można obliczyć prędkość przepływu średnią w przekroju, pole powierzchni przekroju, poziom napełnienia przy danym przepływie. Nie jest to model dwuwymiarowy w którym faktycznie można byłoby znaleźć analogie do modeli opad-odpływ o parametrach rozłożonych.

Ponieważ obliczenia za pomocą modelu hydrodynamicznego są czasochłonne do uzyskania wielu symulacji zastosowano emulator modelu typu czarnej skrzynki skalibrowany za pomocą niezależnych zestawów danych obserwacyjnych. Emulator zastosowany przez doktorantkę składa się z dwóch części, transformacji Box– Cox oraz stochastycznej funkcji przejścia (z ang. STF – Stochastic Transfer Function).

Kolejnym etapem obliczeń była ocena niepewności wiązki prognoz, zadanie to rozwiązano za pomocą metody uogólnionej funkcji wiarygodności (ang. GLUE - *Generalised Likelihood Uncertainty Estimation*). W podejściu tym zakłada się, że istnieje pewien zbiór parametrów modelu, a zatem zamiast pojedynczego rozwiązania optymalnego poszukuje się wielu zbiorów parametrów, dla których istnieje rozwiązanie dopuszczalne, tj. o założonym poziomie ufności. Metoda ta posługuje się próbkowaniem Monte Carlo w przestrzeni parametrów.

W pracy pojawia się następnie stwierdzenie, że „metodyka proponowana w tej pracy pozwala na estymację map zagrożenia powodziowego probabilistycznie, jednakże ze względu na aspekt praktyczny rozprawy oraz konieczność porównania z mapami przygotowanymi w ramach ISOK zdecydowano się na deterministyczne wyznaczenie ww. map.” To jest stwierdzenie, które narusza spójność pracy, bo wprowadza drugie podejście znane z praktyki i opisane choćby w metodyce Stowarzyszenia Hydrologów Polskich.

Kolejny rozdział omawia warunki fizycznogeograficzne zlewni Biała Tarnowska. Górna część zlewni do profilu wodowskazowego Ciężkowice została wykorzystana do obliczeń reakcji zlewni na opad. Pole opadu w tej zlewni charakteryzuje pięć stacji meteorologicznych z długimi ciągami pomiarowymi: Tarnów, Nowy-Sącz, Krynica k/Muszyny, Biecz-Grudna, Wysowa. Uzyskane hydrogramy przepływów były następnie transformowane na odcinku o długości około 42 km od Ciężkowic do Koszyc Wielkich. Zlewnia bezpośrednia tej części rzeki jest niewielka, jednak zasilana przez 19 dopływów.

W rozdziale 4.2.2 przedstawiono opis wykorzystanych danych, znajduje się tam informacja o dokładności wysokościowej NMT, podana jako 1 cm. To jest zapewne błąd, bo NMT wykonany dla celów programu ISOK zarejestrowano w technice lidarowej, lotniczy skaner laserowy w najlepszych warunkach ma błąd pomiaru wysokości rzędu 0,1 m.

Korzystając ze zgromadzonych danych wykonano symulacje za pomocą modeli HMS, MIKE11 i emulatora. Nie jest jasne co doktorantka rozumie pisząc: „szorstkość podłoża określono trzy-strefowo oraz z wykorzystaniem formuły Manninga”. Czy chodzi tu opisanie oporów ruchu w korycie rzecznym i na równinach zlewowych za pomocą współczynnika szorstkości Manninga? Niewiele wyjaśnia też kolejne zdanie: „Podejście trójstrefowe definiuje wartości lub wagi dla granicznych wartości oporności dla każdego przekroju np. zróżnicowane dla koryta i teras zalewowych”. To zdanie brzmi jak tłumaczenie z instrukcji obsługi programu wykonane szybko i niestarannie.

W część pokazującej wyniki znalazło się stwierdzenie dość oczywiste, a mianowicie: „relacje między maksymalnymi zasięgami obszarów zalania, a wartościami wejściowych przepływów jest nieliniowa”. Tak dzieje się w każdym korycie rzecznym opisanym funkcją natężenia przepływu i przyrostu powierzchni i prędkości przepływu w zależności od napełnienia. Otóż nieliniowość krzywej wynika z gwałtownego przyrostu powierzchni przekroju poprzecznego po przekroczeniu wody brzegowej. Prędkości przepływu mogą natomiast wówczas maleć lub pozostawać stałe ze względu na rosnące opory ruchu na pokrytych roślinnością równinach zalewowych.

Wartościowym wynikiem pracy jest pokazanie jak niejednoznaczne jest wyznaczenie stref na podstawie tylko jednego scenariusza modelowania. Na rys. 21 pokazano przykładową wizualizację zasięgu zagrożenia powodzią stuletnią, uzyskane z modelu MIKE11 oraz STF (emulatora modelu MIKE 11). Bardzo ciekawy jest wynik obliczeń pokazujących jak zmienia się granica przedziału niepewności krzywej przepływu w miarę jak maleje prawdopodobieństwo danego przepływu. To daje nam dużo do myślenia w kontekście praktycznych zastosowań obliczeń na modelach opad-odpływ i modelach hydrodynamicznych w zakresie zjawisk o charakterze ekstremalnym o małej częstotliwości wystąpienia.

Ważnym dla praktyki jest także wynik w którym zasięg zagrożenia powodzią o prawdopodobieństwie 1% uzyskany z modelowania uwzględniającego zmiany klimatu jest większy niż wyniki uzyskane w programie ISOK. Porównanie to wskazuje, że uwzględnienie zmienności przyszłego klimatu ma istotny wpływ na zasięg stref zalewowych i oszacowanie ryzyka powodziowego.

Uwagi redakcyjne

Dyskusyjna i moim zdaniem niepotrzebna jest część pracy przeznaczona dla „szerszej publiczności” jak to ujęła doktorantka. Jest to rozdział 9.1 który w swoim układzie bardzo odstaje od pozostałych części pracy. Można zrozumieć, że w raportach IPCC stosuje się takie podejście gdy zespół autorski przygotowuje uproszczoną wersję dla tzw. decydentów, którzy nie mają odpowiedniej wiedzy i czasu do zgłębiania całego tekstu. W swojej pracy doktorantka proponuje nawet ujęcie popularnonaukowe, co oznacza że zamiast precyzyjnej terminologii zaczynamy się posługiwać językiem potocznym. Praca doktorska nie powinna stawiać sobie za cel upowszechnianie wiedzy, do tego celu służą innego rodzaju publikacje.

Ogólne wrażenie z lektury pracy wskazuje, że pisana była w dużym pośpiechu bez zachowania staranności redakcyjnej i dbałość o terminologię. Jeśli doktorantka planowała publikowanie wybranych wyników z pracy to konieczne jest bardzo staranne przepracowanie tekstu pod kątem jego czytelności.

Konkluzja

Podsumowując moje uwagi chciałbym stwierdzić, że pomimo moich uwag dotyczących strony edytorskiej mgr Joanna M. Doroszkiewicz wykazała się umiejętnością formułowania tezy badawczej i rozwiązania problemu metodami naukowymi. Dostrzegam możliwość wykorzystania pracy w zastosowaniach praktycznych, takich jak ocena ryzyka powodziowego w kontekście zmian klimatu.

Uważam, że przedłożona mi praca spełnia warunki sformułowane w ustawie z dnia 14 III 2003 r. o stopniach naukowych (Dziennik Ustaw nr 65, poz. 595, art. 13.1) i Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 I 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora. Wniosuję o dopuszczenie mgr Joanny M. Doroszkiewicz do publicznej obrony pracy.

