

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Skoniecznej pt. "Model obliczania ryzyka powodziowego w obszarach zurbanizowanych na przykładzie Gdańska i Krakowa"

Wstęp

Recenzję pracy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Skoniecznej opracowałem na zlecenie dr hab. inż. Artura Magnuszewskiego, prof. UW – Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego z siedzibą w Warszawie, pismem z dnia 28.06.2023 roku. Rozprawa zawiera 135 stron, w tym: spis treści, spis rysunków, tabel i załączników, wykaz akronimów, streszczenie w angielskim, tekst główny z 42 tabelami i 38 rysunkami, spis literatury oraz załączniki.

Charakterystyka pracy

Celem dysertacji jest opracowanie modelu obliczania ryzyka powodziowego i jego implementacja dla dwóch wybranych obszarów zurbanizowanych, tj. Gdańska i Krakowa.

Trzon pracy stanowią trzy zasadnicze części. W części pierwszej obejmującej rozdziały 1 - 5 (str. 9-38) zostały omówione przyczyny i przykłady powodzi opadowych w miastach i ich skutki, aktualny stan wiedzy i podejmowane inicjatywy w zakresie ryzyka powodziowego w obszarach zurbanizowanych. Jako kolejne zaprezentowano opis modelu wraz z opisem procedury wykorzystania wielokryterialnej analizy porównawczej, w tym zbioru obiektów wielowymiarowych do oceny ryzyka, dobór cech diagnostycznych charakteryzujących ryzyko, transformacje cech diagnostycznych i wykorzystanie metody analizy hierarchicznej problemu w modelu oceny ryzyka. W tej części pracy zawarto (rozdział 2, str. 12) cel i hipotezy badawcze.

W części drugiej (rozdział 6, str. 39-94) szczegółowo scharakteryzowano badane obiekty oraz zaprezentowano metodykę badawczą opisując sposób określenia zbioru obiektów wielowymiarowych dla Gdańska i Krakowa, metodę opracowania zbioru cech diagnostycznych charakteryzujących ryzyko powodziowe, w tym wyznaczenie cech charakteryzujących zagrożenie, wrażliwość, ekspozycję oraz podatność wraz ze sposobem ich transformacji. Następnie omówiono sposób oceny ryzyka powodziowego w Gdańsku i Krakowie w wyniku aplikacji modelu prezentując wyniki badań ankietowych oraz miary wskaźników zagrożenia, wrażliwości, ekspozycji, podatności oraz wskaźnika ryzyka.

Trzecia część pracy (rozdziały 7-9, str. 95-105) zawiera omówienie wyników badań z odniesieniem do przyjętych hipotez badawczych oraz podsumowanie i wnioski końcowe. Spis literatury zawiera 184 pozycje, obejmujące artykuły naukowe, akty prawne, normy, raporty oraz artykuły prasowe. Załącznik zawiera omówienie ankiety wraz z wynikami oraz mapy przedstawiające rozkłady przestrzenne wybranych wskaźników charakteryzujących elementy ryzyka.

Ocena poziomu naukowego pracy

Prezentowana praca ma duże znaczenie dla gospodarki wodnej poprzez ocenę ryzyka związanego ze zmianą klimatu na terenach zurbanizowanych, co ma szeroki wpływ na ludzi (i ich zdrowie, źródła utrzymania i zasoby). Wynika to z faktu, że gwałtowne powodzie opadowe, w przeciwieństwie do powodzi rzecznych i przybrzeżnych, mogą wystąpić w dowolnym czasie i miejscu, z dala od rzek i mogą się znacznie różnić ze względu zarówno na warunki terenowe, jak i klimatyczne.

Celem pracy jest opracowanie modelu obliczania ryzyka powodziowego i jego implementacja dla wybranych obszarów zurbanizowanych.

Postawiona hipoteza badawcza zakłada, że i) dane dotyczące wysokości opadu atmosferycznego pochodzące, ze stacji meteorologicznych są niewystarczającym źródłem informacji, na podstawie, którego można badać relacje pomiędzy wysokością opadu, a stratami mającymi swoje potwierdzenie w liczbie interwencji służb ratowniczych. W związku z tym dla identyfikacji miejsc zagrożonych należy zastosować inne wskaźniki, które mogą stanowić podstawę modelu i punkt wyjścia dla oceny zagrożenia. W konsekwencji przyjęto kolejną hipotezę, która zakłada, że ii) istnieją wskaźniki występowania powodzi w obszarach zurbanizowanych, do których zalicza się cechy morfologiczne terenu oraz cechy wynikające z przekształceń antropogenicznych jednak ich wpływ na lokalizację obszarów potencjalnie zagrożonych powodzią zależy od warunków fizycznogeograficznych miasta.

Cel pracy został zrealizowany w następujących zadaniach szczegółowych;

- wybór obiektu badawczego i identyfikację dostępnych danych,
- opracowanie zestawu wskaźników charakteryzujących poszczególne elementy ryzyka,
- transformacji cech diagnostycznych wpływających na elementy ryzyka powodziowego,
- wykonanie modelu obliczania ryzyka powodziowego w obszarach zurbanizowanych,
- wizualizacja wyników w postaci map rozkładu przestrzennego,
- identyfikację obszarów podatnych na występowanie powodzi opadowych wraz z oceną ryzyka w tych obszarach,
- przeprowadzono weryfikację wartości otrzymanych wskaźników,
- interpretację wyników przeprowadzonych analiz.

W analizie ryzyka powodziowego Doktorantka wykorzysta wielokryterialną analizę porównawczą WAP w połączeniu z technikami przetwarzania informacji geograficznej GIS i metodą analizy hierarchicznej problem AHP wg schematu

- określenie zbioru kryteriów oceny,
- budowa hierarchicznego diagramu,
- określenie ważności kryteriów głównych i cząstkowych
- wyznaczenie wag kryteriów głównych i wag kryteriów lokalnych (cząstkowych).
- uporządkowanie kryteriów cząstkowych w odniesieniu do celu głównego.
- uporządkowanie kryteriów cząstkowych w ramach do danego kryterium głównego.

Realizacja badań wymagała opracowania:

- wskaźnika zagrożenia opadami maksymalnymi o czasie trwania $t = 15 \text{ min}$ i prawdopodobieństwa przewyższenia $p = 3\%$,
- zintegrowanego wskaźnika wrażliwości na powódzie opadowe z uwagi na morfologię terenu oraz stopień jego uszczelnienia,
- zintegrowanego wskaźnika ekspozycji obszarów zurbanizowanych na powódzie opadowe,

- zintegrowanego wskaźnika podatności, za pomocą, którego dokonano oceny predyspozycji miast na zakłócenia spowodowane opadami deszczu.
- zintegrowanego wskaźnika ryzyka, pozwalającego ocenić wielkość potencjalnych skutków powodzi opadowej.

Autorka zweryfikowała spójność macierzy porównań parami określając współczynnik konsekwencji zwany również współczynnikiem spójności, który mówi, w jakim stopniu porównania eksperta są konsekwentne uzyskując zadawalające wyniki.

Cechami diagnostycznymi charakteryzującymi były

- zagrożenie - dane z modelu probabilistycznego PMA XTP gdzie dla każdego kwantyla o prawdopodobieństwie przewyższenia p i czasie trwania opadu t została przygotowana metodą krigingu resztowego statyczna mapa rozkładu tego kwantyla na obszarze Polski przy wykorzystaniu rozkładów prawdopodobieństwa opracowanych dla 100 punktów pomiarowych.
- wrażliwość - cechy morfologiczne terenu jak ukształtowanie terenu (występowanie obszarów bezodpływowych, obszarów płaskich o małym nachyleniu (poniżej 2%), obszarów o dużych deniwelacjach terenu) oraz uszczelnienie terenu wyznaczone na podstawie zagregowanych klas użytkowania gruntów i pokrycia terenu,
- ekspozycję – zbiory cech w odniesieniu do kryterium; życie i zdrowie ludzi, działalność gospodarcza, infrastruktura komunikacyjna i telekomunikacyjna oraz obiekty kultury i zabytki,
- podatność - przyjęto, że podatność jest funkcją dwóch elementów: ekspozycji i wrażliwości.

Cechy te w różny sposób mogą oddziaływać na badane elementy ryzyka powodziowego, dlatego Doktorantka ujednoliciła ich charakter przyjmując za stymulanty te cechy, które zwiększają ryzyko (pożądane są ich wysokie wartości), natomiast cechy, które obniżają poziom ryzyka, (czyli ich wysokie wartości są niepożądane) określono, jako destymulanty.

Ocena wrażliwości i ekspozycji obszarów zurbanizowanych na powodzie opadowe została opracowana na podstawie ankiet. W kolejnych etapach badania zaangażowanych było 47 ekspertów reprezentujących przedsiębiorstwa prywatne, instytucje naukowe, uczelnie oraz organizacje pozarządowe, natomiast w końcowym badaniu wzięło udział siedmiu ekspertów, a w części drugiej sześciu ekspertów. E efekcie uzyskano rozkład zintegrowanego wskaźnika ryzyka dla Gdańska i Krakowa dla podstawowego poziomu informacji o rozmiarach 500 m × 500 m. Uzyskane wyniki zostały porównane z liczbą interwencji straży pożarnej spowodowanych opadami deszczu w latach 2010 – 2017 obejmujące zgłoszenia dotyczące powodzi lub podtopień.

Uzyskane wyniki pozwoliły Doktorantce na zweryfikowania hipotez badawczych oraz sformułowanie następujących wniosków:

- brak jest relacji pomiędzy wysokością opadu atmosferycznego pozyskanego lokalnie a rozkładem strat na podstawie liczby interwencji straży pożarnej.
- istnieją wskaźniki powodzi opadowych związane z morfologią terenu oraz jego uszczelnieniem jednak ich wpływ na lokalizację obszarów potencjalnie zagrożonych powodzią zależy od lokalnych, specyficznych warunków miasta,
- sytuacja lokalna związana z wybranymi czynnikami morfologicznymi w połączeniu z innymi czynnikami np. tymi wpływającymi na wielkość ekspozycji jest decydująca w obniesieniu do ryzyko powodziowego,
- model umożliwia skonstruowanie zbioru obiektów wielowymiarowych, charakteryzującego obszary o zróżnicowanej na powodzie opadowe,

- model umożliwia przeprowadzenie oceny wielkości potencjalnych (pośrednich) skutków powodzi opadowych w obszarach zurbanizowanych.

Uwagi ogólne i szczegółowe

Szeroki zakres badań spowodował, że niektóre z omawianych zagadnień wyjaśnione są skrótowo a inne uznane mogą być za dyskusyjne:

- w literaturze oprócz powodzi wyróżnia się wezbranie. Wezbranie - rozumiane, jako zjawisko naturalne a powódź powodująca zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi oraz mająca konsekwencje gospodarcze. Czy słusznie w pracy przyjęto, że na terenie miasta nie ma terenów gdzie występuje wezbranie a wszystkie tereny pokryte wodą są definiowane, jako 'powódź',
- czy zakwalifikowanie pokrycia terenu, np. piargi, rumowisko skalne, teren kamienisty czy też roślinność trawiasta, jako działalność gospodarcza jest optymalnym rozwiązaniem,
- str. 26.; przyjęta wielkość podstawowego pola informacji może budzić wątpliwości w porównaniu z kryterium, które posłużyło do wyboru obiektu wielowymiarowego (oczka siatki), jako 500×500 m o powierzchni $250\,000$ m². Jako kryterium wyboru przyjęto analizę interwencji straży pożarnej, gdzie obszar o powierzchni do 100 m² obejmował od 28 % do 87 % zdarzeń a o powierzchni do 300 m² - od 72 % do 97 % zdarzeń. Można, więc przyjąć założenie, że obiekt wielowymiarowy o powierzchni $250\,000$ m² będzie jednorodny pod względem występowania zjawiska powodzi, podczas gdy w pozostałych obiektach wielowymiarowych brak będzie takich zdarzeń,
- czy rozważana była możliwość podziału obszaru miast, zamiast na obiekty wielowymiarowe o jednakowych wymiarach na zlewnie cząstkowe,
- str. 35, 4 wg; Autorka cytuje pozycje literaturową, w której autorzy „wykorzystali metodę AHP do obliczenia ... a otrzymane wyniki zweryfikowali z mapą przedstawiającą lokalizację historycznych powodzi”. Czy słusznie w przypadku prezentowanych badań, jako weryfikację przyjęto inne dane, pomijając dane o powodziach,
- str. 47, do głównych zagrożeń Krakowa można zaliczyć również dni bezwietrzne, które zarówno okresie letnim jak i zimowym przyczyniają się do niekorzystnej sytuacji meteorologicznej, czego efektem jest przyjęcie m.in. uchwał antysmogowych,
- str. 54, pkt. 6.4; czy właściwie obszary bezodpływowe zostały uznane, jako stymulanta, tzn., że jest to cecha zwiększająca ryzyko powodziowe. Na str. 44 prezentowane są działania stosowane w gospodarowaniu wodami opadowymi na terenie Gdańska, gdzie wśród głównych kierunków tzw. systemu powierzchniowej retencji miejskiej wyróżniono retencję terenową polegającą na czasowym przetrzymywaniu wody w sytuacji obfitych deszczów. Warto zwrócić uwagę, że jeden z ekspertów (str. 127, tab. 3.Z) uznał obszary bezodpływowe, jako wykazujące się "brakiem wpływu" na powstawanie powodzi opadowych,
- Autorka wskazuje na ograniczenia modelu, m.in., że „ocena negatywnego wpływu powodzi opadowych na środowisko nie została uwzględniona w modelu” (str. 20) czy też „że analizowane są sytuacje, w których natężenie i gwałtowność opadów powodują, że infrastruktura kanalizacyjna nie jest w stanie odprowadzić tak dużej ilości wody. Dlatego jej istnienie nie jest uwzględniane w obliczeniach.” (str. 22). Zwraca uwagę, że na wyniki końcowe ma wpływ fakt, że „rozkład przestrzenny wskaźnika wynika z faktu, iż źródłem danych do jego obliczenia były dane z jednej stacji klimatologicznej” (str. 67). Jakiego kierunku działań należy podjąć w celu wyeliminowania tych ograniczeń modelu,

- str. 93; Autorka zwraca uwagę, że do badań wykorzystano pojedyncze stacje zlokalizowane w obszarach tych miast lub ich bliskim sąsiedztwie. Jakże przeszkody stały/stoją za wykorzystaniem danych opadowych będących w posiadaniu, różnych instytucji, w tym instytucji naukowych.

Drobne błędy edytorskie zauważone w tekście:

- str. 52, w świetle informacji, że „Do wyznaczenia obszarów bezodpływowych wykorzystano grid NMT o rozdzielczości oczka siatki 1 m x 1 m” zdanie „Działanie to miało na celu wyeliminowanie błędów w NMT wynikających z jego dokładności” sugeruje, że rozdzielczość 1 m x 1 m jest wadą,
- str. 106, spis literatury zawiera artykułowy naukowe, akty prawne, normy, raporty oraz artykuły prasowe. Wskazane byłoby wydzielenie stron www do osobnego zestawienia.

Zauważone nieliczne drobne błędy edytorskie nie wpływają na ocenę merytoryczną pracy.

Autorka rozpatruje w swojej dysertacji szerokie i złożone zagadnienie związane z opracowaniem modelu obliczania ryzyka powodziowego i jego implementacji dla obszarów zurbanizowanych na przykładzie Gdańska i Krakowa. Zdaniem recenzenta jest to znacząca wartość tematu badawczego tej rozprawy. Autorka przeprowadziła w sposób poprawny analizę źródeł i istniejącej literatury w tym zakresie. Zaprojektowała i wykonała pracochłonne badania, zbudowała model obliczania ryzyka powodziowego, który poddała weryfikacji z danymi historycznymi.

Zaprezentowane wyniki badań, w szczególności w odniesieniu do:

- identyfikacji obszarów wrażliwych na występowanie powodzi opadowych ze względu na obecność w nich obszarów bezodpływowych, obszarów płaskich, o dużych deniwelacjach terenu, a także z uwagi na wysoki poziom uszczelnienia zlewni,
- identyfikacji obszarów charakteryzujących się wysokim poziomem ekspozycji na powódzie opadowe,
- identyfikacji obszarów charakteryzujących się wysoką podatnością na powódzie opadowe

stanowią oryginalny wkład Autorki rozprawy w rozwój wiedzy z zakresu inżynierii środowiska będąc przykładem szerokiego podejścia do oceny ryzyka powodziowego. Sformułowane hipotezy badawcze zostały zweryfikowane pozytywnie przez Doktorantkę analiza danych, szczegółowymi wynikami modelowania i sformułowanymi w pracy wnioskami.

W rozprawie został podjęto próbę rozwiązania podstawowego problemem dla praktyki inżynierskiej, tj. uzyskania wiarygodnych informacji dla wspomagania procesu podejmowania decyzji w zarządzaniu ryzykiem powodziowym tak, aby uzyskać możliwość wykorzystania modelu do celów planistycznych w zakresie poprawy i zmiany zapisów w studiach uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miast czy aktualizacji miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. W aspekcie operacyjnym jest to narzędzie, które wskazuje obszary problemowe, co może być wykorzystywane w systemach wczesnego ostrzegania, jak np. identyfikacja miejsca, w których mogą występować utrudnienia w komunikacji.

Doktorantka rozwiązała postawione zagadnienia używając właściwych do tego metod, konsekwentnie je realizując. Prezentowane wyniki są przedstawione w sposób czytelny i zrozumiały, co świadczy, że Autorka wykazuje się umiejętnością poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników.

Na uznanie zasługuje również propozycja dalszych prac w zakresie badań uwzględniających m.in. wpływ kanalizacji deszczowej na występowanie powodzi opadowych, rozszerzenia analizy ryzyka o element odporności miast na ten rodzaj powodzi.

Podsumowanie

Pracę doktorską mgr inż. Magdaleny Skoniecznej należy uznać za właściwie zaprogramowane i zrealizowane studium metodyczne analizy ryzyka powodziowego w obszarach zurbanizowanych. Praca zrealizowana została przy wykorzystaniu dostępnych danych i modeli numerycznych.

Cennym osiągnięciem doktorantki są stworzenie map ryzyka powodziowego Gdańska i Krakowa. Autorka rozprawy opracowała model obliczania ryzyka powodziowego w obszarach zurbanizowanych potwierdzając postawione hipotezy badawcze wnioskami szczegółowymi, co stanowi spełnienie zakładanego celu pracy. Wykazała się przy tym systematycznością i dociekliwością. Wypracowany schemat postępowania badawczego jest logiczny i spójny z przyjętymi założeniami. Cytowane źródła dobrane są merytorycznie właściwe. Udowodniła umiejętności prowadzenia analizy i interpretacji wyników. Na podkreślenie zasługuje wnikliwa analiza danych i prawidłowe wnioskowanie. Wnioski przedstawione w pracy są logiczne i świadczą o bardzo dobrym przygotowaniu Doktorantki do pracy badawczej.

Recenzowana praca spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, określone w Ustawie z 14 marca 2003r. o stopniach naukowych oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami). Tematyka pracy mieści się w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska wchodzącej w zakres dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Wnioskuje, więc o przyjęcie i dopuszczenie pracy pt. „Model obliczania ryzyka powodziowego w obszarach zurbanizowanych na przykładzie Gdańska i Krakowa” przygotowanej przez mgr inż. Magdalenę Skonieczną do publicznej obrony.

Z poważaniem

