

## **RECENZJA**

rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Pawła Kotlarza  
nt. **"Badania nad metodyką prac geodezyjnych w zastosowaniu do  
modelowania stref zalewowych"**,

wykonanej pod opieką promotora Pana dr hab. inż. Tadeusza Garguli  
oraz promotora pomocniczego Pani dr inż. Moniki Miki z Uniwersytetu  
Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

### **Podstawa formalna recenzji**

Recenzję opracowano na podstawie uchwały Rady Wydziału Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie z dnia 20 kwietnia 2016 roku, uchwałą nr 46/2016, przekazanej recenzentowi pismem Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Geodezji, Pana prof. dr hab. inż. Krzysztofa Ostrowskiego, z dnia 21.04.2016 roku.

### **Uwagi ogólne (temat, cel i teza pracy)**

Problematyka rozprawy doktorskiej mgra Pawła Kotlarza, obejmuje interpretacje, badania i analizy wykonane dla celów numerycznego modelowania stref zalewowych. Testowym obiektem badawczym był kilkukilometrowy odcinek rzeki Prądnik (woj. małopolskie). Geneza podjętego tematu pracy wynika z treści Dyrektywy Parlamentu Europejskiego (2007), dotycząca oceny ryzyka powodziowego, która nakłada na kraje członkowskie obowiązek opracowania map zagrożenia powodziowego. Obecnie istnieje szereg miejsc na terenie województwa małopolskiego, które nie zostały ujęte na mapach terenów zagrożonych – pomimo częstych powodzi i podtopień. Do takich obszarów zalicza m.in. doliny rzek Prądnik, Rudawa i Dłubnia.

Teren objęty pomiarem testowym znajduje się w strefie oddziaływania Ojcowskiego Parku Narodowego, który posiada szereg walorów krajobrazowych – narażonych na zniszczenie w razie nieprzewidywalnych anomalii pogodowych.

Celem pracy jest opracowanie optymalnych metod badawczo - pomiarowych stref zalewowych rzek. Opracowana metodyka pomiarów dotyczy ograniczonego obszaru (ze względu na stosunkowo niski koszt określenia zasięgu oddziaływania rzeki Prądnik pod względem zagrożenie powodziowego), ale możliwa będzie do zastosowania również na innych obszarach o podobnych warunkach klimatycznych i topograficznych.

Zdaniem recenzenta, uzasadnienie wyboru tematu, cel oraz teza pracy zostały sformułowane poprawnie.

### **Struktura i treść rozprawy**

Recenzowana praca liczy 104 strony tekstu i składa się z 8 rozdziałów oraz bibliografii.

W **rozdziale 1** (Wstęp i cel pracy) Doktorant analizuje metodykę modelowania stref zalewowych z uwzględnieniem trzech zasadniczych aspektów: prawnego (obowiązujące przepisy krajowe i europejskie), technicznego (geodezyjne metody opomiarowania rzeki) oraz ekonomicznego (minimalizacja kosztów opracowania). Kandydat przytacza podstawowe założenia Dyrektywy PE (tzw. Dyrektywy Powodziowej).

W związku z koniecznością dostosowania prawa krajowego do zapisów tej Dyrektywy, w Polsce zostały opracowane (częściowo) mapy zagrożenia powodziowego oraz powstał tzw. Informatyczny System Osłony Kraju (ISOK), obejmujący większość dużych rzek polskich wraz z ich dopływami. W tematyce przedmiotu Doktorant poprawnie analizuje założenia systemowe ISOK. W konsekwencji formułuje tezę, przyjmując, że strefy zalewowe w 25% nie są objęte ochroną zagrożeń powodziowych.

W tej części pracy Doktorant potwierdził swoją umiejętność korzystania z szerokiego zakresu literatury przedmiotu, m.in. z dziedziny geodezji, hydrologii, inżynierii wodnej oraz planistyki.

W **rozdziale 2** (Prawne aspekty prowadzenia pomiarów i opracowania map zagrożenia powodziowego) Kandydat przytacza podstawowe zapisy z kilku aktów prawnych, odnoszące się do geodezyjnej części założonego celu pracy. Zwraca uwagę m.in. na dwa istotne dokumenty: ustawę „Prawo geodezyjne i kartograficzne” oraz rozporządzenie wykonawcze w sprawie standardów prowadzenia prac geodezyjnych. Problematykę opracowania map zagrożenia powodziowego rozpatruje natomiast na podstawie zapisów m.in. takich aktów prawnych jak: Dyrektywa Powodziowa PE, ustawa „Prawo wodne”, ustawa o „Planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym”. Doktorant krytycznie ocenił założenia projektu ISOK, realizowanego przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK) we współpracy z Krajowym Zarządem Gospodarki Wodnej (KZGW) oraz Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMI GW).

Zdaniem Recenzenta, Doktorant posiada dużą wiedzę na temat uwarunkowań prawnych (polskich i europejskich) dotyczących podjętej problematyki badawczej.

W **rozdziale 3** (Obszar badań) przedstawiono krótką charakterystykę obiektu badań. Kandydat uzasadnia, że rzeka Prądnik jest typowym przykładem obszaru nieobjętego zasięgiem opracowania systemu ISOK.



Rozdział 3 powinno się włączyć w dalszej części pracy – bezpośrednio przed opisem zrealizowanych pomiarów testowych (rozd. 6).

**W rozdziale 4** (Geodezyjne metody odwzorowania powierzchni terenu) Autor przedstawia, w oparciu o literaturę przedmiotu, podstawy teoretyczne wykorzystanych metod pomiarów geodezyjnych. Charakteryzując metodę klasycznych pomiarów tachimetrycznych, interpretuje istotne elementy, które należy uwzględnić przy geodezyjnym pomiarze przekrojów poprzecznych i profilu podłużnego rzeki. Wydaje się, że zbyt dużo miejsca poświęcono prezentacji satelitarnych metod pomiarów geodezyjnych (GNSS): opis systemów wchodzących w skład GNSS; pomiar pseudo-odległości; pomiary statyczne, szybkie statyczne oraz w czasie rzeczywistym itp. Metoda satelitarna była bowiem wykorzystywana jedynie do zakładania osnowy tachimetrycznej (jako metoda uzupełniająca).

W drugiej części rozdziału przytoczony jest szczegółowy opis techniki skaningu laserowego LIDAR. Autor zwraca uwagę na rolę, jaką pełnią poszczególne moduły wchodzące w skład tego systemu pomiarowego. Ponieważ, wobec obecnego stanu rozwoju techniki, metoda skaningu laserowego staje się realną alternatywą dla pomiarów bezpośrednich oraz satelitarnych – na coraz większym obszarze zastosowań, interpretowana w rozprawie szczegółowość opisu tego systemu wydaje się być uzasadniona.

**W rozdziale 5** (Numeryczny Model Terenu) Kandydat uzasadnił potrzebę aplikacji Numerycznego Modeli Terenu do badań własnych. Przedstawił metody generacji NMT oraz metodykę numerycznej wizualizacji.

**Rozdział 6** (Dane pomiarowe) jest autorskim fragmentem rozprawy. Tytuł rozdziału nie oddaje całej jego zawartości – pokazuje kolejne etapy prac prowadzących do uzyskania końcowych wyników, np. opis metodyki zakładania i pomiaru osnowy; metody obliczania (wyrównania) osnowy; zestawienie współrzędnych punktów osnowy w układzie „2000” oraz ich transformacja do układu „1965”; opracowanie sytuacyjne i wysokościowe osnowy w kilku różnych wariantach itp. Zestawienia tabelaryczne pokazane na stronach 58 – 65 uzupełnione zostały odpowiednią analizą oraz komentarzem. Założona osnowa wykorzystywana była przez Doktoranta na potrzeby pomiaru 62 przekrojów poprzecznych rzeki. Szczegółową metodykę pomiaru oraz sporządzania przekrojów przedstawiono na stronach 66 – 74. Interpretowane są raporty obliczeniowe dla przykładowych przekrojów, szkic mapy ewidencyjnej z zaznaczonymi przekrojami poprzecznymi oraz wydruki końcowe przykładowych przekrojów. Analizowane elementy składowe wykonane zostały samodzielnie przez Autora, o czym informuje on odpowiednią adnotacją zamieszczoną pod tytułem danego załącznika.

Drugim źródłem danych do obliczeń numerycznych był skaningu laserowy LIDAR. Dane ze skaningu lotniczego dla badanego terenu Doktorant pozyskał z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Obróbkę tzw. „chmury



punktów” przeprowadził w środowisku Microstation firmy Bentley przy użyciu aplikacji TerraScan i TerreModeler fińskiej firmy TerraSolid. Po dokonaniu odpowiedniej filtracji punktów, możliwe było wygenerowanie numerycznego modelu badanego obszaru. Model ten stał się podstawą dalszej analizy – w odniesieniu do wyników z pomiarów bezpośrednich. W tej części rozprawy Autor załącza, jako wynik przeprowadzonych prac, przykładowe wydruki komputerowe.

W ocenianym rozdziale 6 Doktorant wykazał się umiejętnością wykorzystania zaawansowanych narzędzi informatycznych do numerycznego opracowania danych pomiarowych.

**Rozdział 7** (Opracowanie wyników) stanowi najważniejszą część badawczą rozprawy. Tytuł rozdziału powinien raczej zawierać informację o dyskusji lub analizie wyników, gdyż efekty ich częściowego opracowania zaprezentowano już we wcześniejszym rozdziale 6.

Doktorant analizuje dokładność wyników (głównie wysokości terenowych), uzyskanych metodą tachimetryczną. Rezultaty tych analiz zestawiono w kilku tabelach oraz zilustrowano na dwóch wykresach. Analogiczną ocenę dokładności przeprowadzono dla danych ze skaningu laserowego, przy czym bazą odniesienia były w tym przypadku wyniki z pomiarów bezpośrednich. Efekty porównania tych dwóch metod pokazano na kilku rysunkach wygenerowanych przekrojów poprzecznych oraz w postaci tabelarycznego zestawienia wysokości dla kilkudziesięciu przykładowych punktów referencyjnych.

Doktorant zauważa, że przy porównaniu wyników z dwóch metod pomiarowych należy w pierwszej kolejności przebadać dane ze skaningu pod kątem występowania błędów grubych. Błędy takie dotyczyły punktów, których pomiar tą metodą (LIDAR) był niemożliwy (np. dno koryta rzeki). Do analizy obserwacji odstających, zastosowano metodę Naira; w efekcie spośród 482 danych testowych, 230 uznano za wiarygodne. Na takim zbiorze przeprowadzono ocenę zgodności zmiennej (odchyleń od średniej) z rozkładem normalnym. W oparciu o sporządzony wykres dystrybuanty teoretycznej i empirycznej stwierdzono niewielką rozbieżność. Następnie, dla potwierdzenia tezy o rozkładzie normalnym zmiennej, przeprowadzono test statystyczny Shapiro-Wilka. Wyniki testu nie dały podstawy do odrzucenia tezy o rozkładzie normalnym.

W podsumowaniu analizy statystycznej Kandydat stwierdza, że skaningu laserowy może być stosowany jako wiarygodna metoda pomiarów geodezyjnych, z zastrzeżeniem jednak, że w procesie opracowania wyników wprowadzony będzie mechanizm wykrywania i eliminacji obserwacji odstających. Zdaniem Recenzenta, wniosek ten jest poprawny.

**W rozdziale 8** (Podsumowanie i wnioski) Doktorant podsumowuje przeprowadzone prace terenowe i kameralne, a następnie ocenia końcowy efekt, czyli uzyskaną dokładność utworzonego modelu badanego terenu: a) z metody

pomiarów bezpośrednich – na poziomie  $\pm 3$  cm; b) z metody skaningu laserowego – ok.  $\pm 7,8$  cm. Bilansując jednak wszystkie aspekty zastosowania każdej z metod (dokładnościowy, ekonomiczny, nakład pracy), Autor dochodzi do wniosku końcowego, że „optymalną metodyką prac geodezyjnych w zastosowaniu do modelowania stref zalewowych jest zintegrowanie obu przedstawionych technik pomiarowych”.

Stwierdzam, że wniosek jest zgodny z wynikami przeprowadzonych prac badawczych.

**Literatura.** Do przeprowadzenia badań w ramach rozprawy doktorskiej Kandydat wykorzystał łącznie 68 pozycji literatury fachowej (w tym 17 publikacji w czasopiśmie zagranicznych) oraz 12 źródeł internetowych.

Oceniam, że zarówno liczba pozycji jak i struktura Literatury są wystarczające dla realizacji pracy doktorskiej z zakresu podjętej tematyki. Zestawiona literatura jest cytowana przez Doktoranta we wszystkich rozdziałach.

### **Uwagi do dyskusji**

Oceniając metodykę podjętych i zrealizowanych przez Doktoranta badań, stwierdzić należy, że ich poziom merytoryczny jest zadowalający. W tekście pracy są informacje mało precyzyjne lub dyskusyjne. Oczekuję, że Doktorant odniesie się do tych uwag w czasie obrony pracy.

- 1) Str. 9 -13: Zbyt długie, dosłowne cytaty (zaznaczone kursywą) z aktów prawnych – czy były konieczne? - czytelnik może sam sięgnąć po cytowane pozycje;
- 2) Str. 37: „Pierwszym etapem jest założenie wysokościowej osnowy pomiarowej...” – dlaczego nie założono od razu osnowy dwufunkcyjnej (X, Y, H)?
- 3) Str. 55 – 65: Proces zakładania osnowy (pomiar i obliczenie) przedstawiony jest w sposób dość zawiły (wymagane wyjaśnienie);
- 4) Str. 58: Dlaczego Doktorant korzysta ze współrzędnych osnowy państwowej w dawnym układzie „1965”, a nie w obowiązującym „2000”?
- 5) Str. 58: Wyjaśnienia wymaga istota poprawek empirycznych (autorstwa prof. Kadaja), wykorzystywanych przy transformacji współrzędnych;
- 6) Str. 59: Dlaczego dokonano podziału całego odcinka pomiarowego na 6 ciągów poligonowych? (nie jest to jasne); Podobne pytanie dotyczy podziału całego obszaru na trzy odcinki pomiarowe A, B, C (Tabela 5, Str. 63);
- 7) Str. 82: „Na potrzeby obliczeń ... należało przyjąć jedną z dwóch metod...” – zdanie niezrozumiałe – wymaga wyjaśnienia;



- 8) Str. 82: W komentarzu do Tabeli 6 zabrakło informacji, na podstawie jakich pomiarów (bezpośrednich?) uzyskano „punkty z wyrównania”;
- 9) Str. 83: Tabela 7 – Uzasadnienie przeprowadzenia takiej analizy (tekst nad tabelą) nie jest jasne – wymaga komentarza;
- 10) Str. 85, 86: Wniosek z analizy Tabeli 7 i Wykresu 2 jest dość oczywisty. Pytanie: czy otrzymane maksymalne błędy wysokości nie dyskwalifikują ocenianej metody pomiaru?
- 11) Str. 86: Doktorant prawdopodobnie przez pomyłkę używa terminu „płaszczyzna” (np. wygenerowana ze skaningu laserowego) zamiast „powierzchnia”;
- 12) Str. 95 (u góry): Zestawione błędy średnie doktorant nazywa odchyłkami – jest to pewna nieścisłość.

Należy zaznaczyć, że zestawione powyżej uwagi nie wpływają w istotny sposób na ogólną wartość rozprawy.

## Podsumowanie i wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgra Pawła Kotlarza zawiera szereg oryginalnych osiągnięć badawczych, takich jak:

- opracowanie autorskiej koncepcji pomiarów testowych oraz ich realizacja;
- opracowanie numeryczne wyników (wyrównanie, wykonanie przekrojów) wraz z oceną dokładności;
- generowanie Numerycznego Modelu Terenu na podstawie pozyskanych danych ze skaningu laserowego;
- przeprowadzenie analizy porównawczej i statystycznej dla dwóch metod pomiarowych;
- zestawienie wyników analiz w postaci prezentacji tabelarycznych i graficznych oraz ich poprawna interpretacja.

Doktorant wykazał się odpowiednią wiedzą z zakresu geodezji i kartografii (teoretyczną i praktyczną), jak również umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana praca spełnia wymagania zawarte w ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami) i stawiam wniosek o dopuszczenie Pana mgr inż. Pawła Kotlarza do publicznej obrony przedłożonej rozprawy doktorskiej.

