

**Dr hab. inż. Paweł Popielski, prof. PW**  
Politechnika Warszawska  
Wydział Inżynierii Środowiska  
Zakład Budownictwa Wodnego i Hydrauliki

## **Recenzja**

**rozprawy doktorskiej mgr. Tomasza Sobkowiaka**

**pt.: „Badanie utraty stabilności budowli ziemnych linii kolejowych na wybranych  
przykładach rejonu północno-zachodniej Polski”**

### **1 Podstawy formalne**

#### **1.1 Uchwała Rady Dyscypliny**

Rada Naukowa Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka w Politechnice Świętokrzyskiej w Kielcach w dniu 15.10.2025 r. podjęła uchwałę nr 25/2025 powołującą mnie na recenzenta podanej w tytule rozprawy doktorskiej. Promotorem przedstawionej mi do recenzji pracy doktorskiej jest: prof. dr hab. inż. Maciej Kordian Kumor.

#### **1.2 Tryb postępowania**

Postępowanie o nadanie stopnia doktora Kandydatowi Panu mgr inż. Tomaszowi Sobkowiakowi toczy się na podstawie przepisów Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki*, (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późn. zm.) zwane dalej Ustawą oraz *Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora* (Dz. U. z 19 stycznia 2018, poz.261) zwanym dalej Rozporządzeniem.

#### **1.3 Wymogi formalne**

Zgodnie z art. 13 Ustawy rozprawa doktorska powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Zgodnie z § 4 ust 1 Rozporządzenia recenzja rozprawy doktorskiej zawiera szczegółowo uzasadnioną ocenę, czy rozprawa ta spełnia warunki określone w art. 13 Ustawy.

W piśmie (IAA-511-6/2024) przesłanym z Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka w Politechnice Świętokrzyskiej w Kielcach z dnia 20.10.2025 r. załączono kopię dyplomu kandydata poświadczającą uzyskanie tytułu magistra oraz życiorys

kandydata. Przekazano również informacje, że kandydat nie ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora.

## **2 Treść recenzji**

### **2.1 Ogólny opis rozprawy**

Rozprawa obejmuje 170 stron, które zawierają również obejmują bibliografię, streszczenie w języku polskim i angielskim oraz słownik niektórych terminów inżynierskich, geologicznych, hydrogeologicznych i ekologicznych użytych w pracy. Bardzo obszerna bibliografia jest podzielona na kilka grup: książki i publikacje; badania geotechniczne, dokumentacje geologiczno-inżynierskie, ekspertyzy i projekty; instrukcje, normy, rozporządzenia, ustawy, wytyczne oraz netografię (źródła internetowe).

W pracy zawarte są dwa załączniki. Załącznik 1, opisujący analizowane odcinki badawcze oraz załącznik nr 2 (w oddzielnym tomie – 82 strony) zawierający wyniki analizy wpływu zmiany szerokości ławy torowiska na wartość współczynnika stateczności.

Praca składa się z trzech części podzielonych na rozdziały oraz podsumowania, wniosków i bibliografii. Praca zawiera bardzo dużo tabel, rycin, fotografii i wykresów. Dla każdego z rodzaju ilustracji graficznej prowadzona jest oddzielna numeracja w poszczególnych rozdziałach. Sam załącznik 2 zawiera 81 rysunków i 96 tabel.

Główne części pracy to:

Rozdział 1 - **Wstęp** - zawierający przedmiot rozważań pracy definicje stabilności i stateczność kolejowych budowli ziemnych oraz przegląd literatury dotyczącej przedmiotu badań. We wstępie przedstawiony jest zakres pracy oraz cel i teza. Celem pracy jest geośrodowiskowa analiza podatności budowli ziemnych do zdefiniowania prawdopodobieństwa destrukcji korpusu i skarp budowli ziemnych linii kolejowych. Jako tezę pracy przedstawiono istnienie empirycznej możliwości sklasyfikowania czynników oraz procesów egzogenicznych destabilizujących budowle ziemne linii kolejowych oraz nadania im stopnia istotności do parametrycznego opracowania metody prognozowania wystąpienia utraty stabilności budowli ziemnej linii kolejowej.

Rozdział 2 - **Badanie stabilności kolejowych budowli ziemnych.** W rozdziale drugim jest przedstawiona charakterystyka rejonu badań oraz ograniczenia właściwości geotechnicznych ośrodka gruntowego. Omówiono kryteria oceny przyczyn utraty stabilności i wybrano metody analityczne do prowadzenia badań. Przedstawiono charakterystykę odcinków badawczych i podano czynniki determinujące utratę stabilności. Zestawiono egzogeniczne czynniki i procesy destrukcyjne w grupach (geologiczne, geologiczno-inżynierskie, morfometryczne, hydrogeologiczne

i hydrograficzne, klimatyczne, biogeniczne, historyczne, eksploatacyjne). Przedstawiono wyjaśnienia podstawowych aspektów przyjętej metodyki analizy utraty stabilności budowli ziemnych linii kolejowych na przykładzie analizy rejonu północno-zachodniej Polski.

**Rozdział 3 - Analiza zbiorów czynników i procesów generujących utratę stabilności budowli ziemnych linii kolejowych.** W rozdziale omówiono metodę zbioru 0/1 oraz metodę zbioru zindeksowanego i kryteria indeksowania czynników. Przeprowadzono analizę wpływu zmiany geometrii w przekroju poprzecznym nasypu kolejowego jako przykład skomplikowania czynników i procesów destrukcyjnych oraz algorytm postępowania przy analizie utraty stabilności budowli ziemnej linii kolejowej. W rozdziale między innymi zastosowano metodę heurystyczną (zbioru zindeksowanego) indeksując poszczególne czynniki i procesy destrukcyjne, w zależności od skuteczności działania na utratę stabilności budowli ziemnych linii kolejowych.

Rozważając problem istotności czynników i procesów generujących zmiany parametrów geotechnicznych gruntów, które mają wpływ na utratę stabilności budowli ziemnych linii kolejowej zaproponowano 5 - stopniową klasyfikację. Propozycję opracowano w oparciu o ważność i istotę czynników destrukcyjnych, które były opisywane w analizowanej literaturze przedmiotu oraz w oparciu o 20-letnie doświadczenie autora dysertacji przy rozpoznawaniu, analizie przyczyn i opracowywaniu technologii napraw deformacji odcinków linii kolejowych.

## **2.2 Szczegółowe uzasadnienie spełnienia warunków 13 art. Ustawy**

### **2.2.1 Oryginalność rozwiązania problemu naukowego**

Kandydat w swojej dysertacji doktorskiej przeprowadził badanie utraty stabilności budowli ziemnych linii kolejowych na wybranych przykładach rejonu północno-zachodniej Polski.

Niniejsza praca powstała w oparciu o 20-letnie doświadczenie autora przy wykonywaniu badań geotechnicznych i geologiczno-inżynierskich, udziale w ekspertyzach związanych z ustaleniem przyczyn zagrożeń i awarii komunikacyjnych budowli ziemnych oraz projektowaniu i bezpośrednim prowadzeniu robót naprawczych na liniach kolejowych. Wszystkie przypadki katastrof, awarii, zagrożeń awaryjnych, niestateczności nasypów i przekopów oraz deformacji linii kolejowych opisane w niniejszym opracowaniu są autorowi znane z bezpośredniego zaangażowania w prace geotechniczne, projektowe, jak również kierowanie naprawczymi robotami budowlanymi.

Zasadniczą częścią prac badawczych jest zidentyfikowanie i wyodrębnienie istotnych czynników i procesy destrukcyjnych generujących zmiany wartości parametrów geotechnicznych gruntów, które istotnie wpływają na powstanie szeroko rozumianej utraty stabilności budowli ziemnych linii kolejowych. Zostały skatalogowane w następujących grupach: geologiczne (GL), geologiczno-inżynierskie (G-I), morfometryczne (GM), hydrogeologiczne i hydrograficzne (HG), klimatyczne (KL),

biogeniczne (w tym: fitogeniczne (FG), chemiczne (CH) i zoogeniczne (ZG), historyczne (H), eksploatacyjne (EK).

Nie w każdym przypadku badanego odcinka awaryjnego linii kolejowej stwierdzono wszystkie czynniki i procesy destrukcyjne i nie w każdym powodowały ten sam skutek destrukcyjnego oddziaływania. Procesy i czynniki mają charakter opisowy, a więc trudny do analizy matematycznej, a w szczególności statystycznej. Kolejnym, ważnym problemem do rozwiązania w ramach pracy był wybór metody analitycznej. Założono, że konieczne jest przyjęcie takiego modelu analitycznego, który pozwoli na przejście od opisu ogólnego do rozstrzygnięć szczegółowych.

W pracy przyjęto tezę, że istnieje empiryczna możliwość sklasyfikowania czynników oraz procesów egzogenicznych, destabilizujących budowlę ziemne linii kolejowych oraz że istnieje możliwość opracowania metody prognozowania wystąpienia ryzyka utraty stabilności takich budowli. Zdefiniowano kolejne postaci utraty stabilności jako: zagrożenie awaryjne, awarię budowlaną i katastrofę budowlaną.

Na podstawie wyników analiz sytuacji panujących na wybranych, dziesięciu odcinkach badawczych linii kolejowych, określono dziewięćdziesiąt cztery czynniki i procesy destrukcyjne, opisujące stabilność budowli ziemnych linii kolejowych. Stwierdzono, że oceny dokonywane metodą „0/1” nie są wystarczające do precyzyjnego ustalenia ryzyka utraty stabilności budowli ziemnych. Z tego powodu, użyto „metody zindeksowanej”, przyjmując wagi o wartości od 1 do 5 dla poszczególnych czynników i procesów destrukcyjnych.

Wykorzystując „metodę zindeksowaną”, określono dla każdego z badanych odcinków linii kolejowych liczbę punktów charakteryzujących ryzyko utraty stabilności przez budowle ziemne linii kolejowych. Zaproponowano wartości graniczne liczb punktów charakterystycznych do wystąpienia zagrożenia awaryjnego, awarii budowlanej i katastrofy budowlanej.

Wartości te zweryfikowano w testach istotności oraz określając wartości przedziałów ufności wartości średnich, charakteryzujących poszczególne postaci utraty stabilności.

Dla stworzenia możliwości szerokiego zastosowania opracowanej metody oceny stanu zagrożenia utratą stabilności budowli ziemnych linii kolejowych, opracowano algorytm postępowania dla kolejowych służb diagnostycznych. Zastosowanie algorytmu stworzy warunki do podejmowania skutecznych działań do bezpieczeństwa ruchu pociągów oraz szeroko pojętej ochrony środowiska przyrodniczego.

W pracy dokonano krytycznego przeglądu podstawowych założeń metody i założeń upraszczających. Praca zawiera oryginalne wyniki empirycznie, uzyskane w trakcie badań.

Stwierdzam, że omówione rozwiązanie jest oryginalne i spełnia wymogi badań naukowych przemysłowych zdefiniowanych w art. 2 pkt 3 lit. c *Ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 o zasadach finansowania nauki* Dz. U. 2010.95.615 (z późniejszymi zmianami).

### **2.2.2 Wykazanie ogólnej wiedzy Kandydata**

W pracy w sposób kompleksowy przedstawiono zakres stosowania, szerokiego zastosowania opracowanej metody oceny stanu zagrożenia utratą stabilności budowli ziemnych linii kolejowych. W pracy wykorzystano autorskie modyfikacje i algorytmy opracowane przez Kandydata. Opracowanie algorytmu pozwoli na podejmowania skutecznych działań do bezpieczeństwa ruchu pociągów oraz szeroko pojętej ochrony środowiska przyrodniczego. Do opracowania algorytmów niezbędne była wiedza dotycząca różnorodnych czynników mających wpływ na stabilność nasypów i skarp wykorzystywanych do lokalizacji linii kolejowych. Wykonane badania uwzględniające oceny porównawcze i szeroko rozumiane metody heurystyczne pozwoliły na weryfikację przedstawionych czynników geosrodowiskowych, sposób oceny istotności tych czynników. Przedstawione analizy matematyczne i statystyczne pozwalają na parametryczne opracowanie metody prognozowania wystąpienia utraty stabilności budowli ziemnej linii kolejowej.

Z przywołanych w spisie literatury 185 pozycji, kilkadziesiąt pochodzi z ostatnich dziesięciu lat, co świadczy, że Kandydat na bieżąco śledzi najnowsze osiągnięcia tej dziedziny. 30 pozycji literatury stanowią normy i wytyczne. Całość pracy jest bogato ilustrowana przykładami oraz rysunkami, tabelami, zdjęciami i wykresami.

Stwierdzam, że Kandydat wykazał się ogólną wiedzą z zakresu stosowania analiz matematycznych i statystycznych do projektowania oraz wykorzystania algorytmów do oceny stabilności ziemnych budowli linii kolejowych która stanowi ważny dział nauki w obszarze nauk technicznych.

### **2.2.3 Wykazanie umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Kandydata**

Tematyka pracy koncentruje się na analizie i metodzie szerokiego zastosowania opracowanej metody oceny stanu zagrożenia utratą stabilności budowli ziemnych linii kolejowych. Zaproponowana w pracy procedura, odpowiadająca na postawioną tezę oraz jej implementacja uzasadniająca realizację postawionego celu.

Przedstawiony algorytm wpisuje się we wskazany w Eurokodzie 7 sposób projektowania określony mianem Metody Obserwacyjnej. Autor wykorzystał zawodowe doświadczenie dotyczące geotechnicznych zagadnień związanych ze wzmacnianiem podłoża budowlanego i obiektów budowlanych szczególnie ziemnych budowli linii kolejowych oraz udziału w zespołach opracowujących dokumentację badań podłoża gruntowego, projektach robót geologicznych i dokumentacji geologiczno-inżynierskich. Wieloaspektowa analiza odcinków badawczych umożliwiła zdefiniować wg wartości punktowych praktyczne: zagrożenie awaryjne, awarię budowlaną i katastrofą budowlaną.

W ramach pracy wykonano obliczenia stateczności metodą Bishopa i metodą Felleniusa, zarówno dla parametrów charakterystycznych jak i wg Eurokod-7. Przeanalizowano 704 przypadki. Zastosowanie zarówno metod klasycznych jak i autorsko zmodyfikowanych, a także analizy z wykorzystaniem wyników obliczeń stateczności kilkuset wariantów wskazują na ważną umiejętność: naukową dociekliwość i skrupulatność Kandydata.

Powołując się w rozprawie na 185 różnorodnych pozycji piśmiennictwa, Kandydat wykazał, że posiada umiejętność wyszukiwania właściwej literatury naukowej.

Klarowność i zwartość rozdziałów pracy świadczy, że Kandydat potrafi przekazać swoją wiedzę.

Uważam, że Kandydat swoją rozprawą dowiódł umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

#### **2.2.4 Pytania i uwagi krytyczne**

Niezależnie od pozytywnie ocenionych przeze mnie wielu walorów merytorycznych rozprawy, Kandydat nie ustrzegł się różnego typu niedociągnięć. Mam do Doktoranta kilka pytań, na które oczekuję odpowiedzi podczas publicznej obrony niniejszej pracy.

W pracy znajduje się kilka drobnych błędów, niektóre są proste do poprawnej interpretacji i nie mają wpływu na możliwość analizy dysertacji, ale poszczególne wymagają wytłumaczenia i komentarza.

Jako brak formalny uważam sposób prezentacji i cytowania literatury np. dostępu do źródeł internetowych – w pracy nie podano czasu (daty) dostępu. Niektóre rysunki nie mają podanego źródła np. ryc. 2.1. W bibliografii brakuje aktualnej literatury o deformacjach filtracyjnych – zarówno polskiej jak i zagranicznej oraz biuletynów ICOLD.

Podstawowym pytaniem merytorycznym jest, dlaczego mimo stwierdzenia dotyczącego analiz stateczności, że każde zadanie wykonano osobno metodą Bishopa i osobno metodą Felleniusa, zarówno dla parametrów charakterystycznych jak i wg Eurokod-7, przeanalizowano 704 przypadki, a obliczenia zestawiono w załączniku nr 2 - nie zamieszczono żadnych rysunków dotyczących kształtu wyznaczonych krzywych poślizgu. W pracy brakuje również komentarza do wartości współczynnika stateczności poniżej 1,0. Czy analizowano wartość współczynnika stateczności w powiązaniu z kształtem krzywej poślizgu? Brak jest informacji w jaki sposób wykonywano obliczenia czy ręcznie, czy z wykorzystaniem oprogramowania jeśli tak to jakiego. Proszę o uzupełnienie tych informacji w trakcie publicznej obrony.

### 2.2.5 Pozostałe uwagi

Uwagi niemające wpływu na końcową ocenę rozprawy doktorskiej zostaną Kandydatowi przekazane ustnie.

### 2.3 Wniosek

Stwierdzam, że rozprawa Pana mgr. Tomasza Sobkowiaka pt.: „**Badanie utraty stabilności budowli ziemnych linii kolejowych na wybranych przykładach rejonu północno-zachodniej Polski.**” spełnia wymogi art nr 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. *O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki*, (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późn. zm.).

Praca doktorska Pana mgr. Tomasza Sobkowiaka w pełni spełnia warunki, jakie są stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora nauk technicznych w **Dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka** i wnoszę o jej dopuszczenie do publicznej obrony.



*Paweł Popielski*