

## **RECENZJA**

Rozprawy doktorskiej **mgr inż. Magdaleny Zięby**  
pt.:

### **„Wpływ górniczych deformacji ośrodka gruntowego na obciążenia studzienek kanalizacyjnych z tworzyw termoplastycznych”**

Recenzję niniejszej pracy wykonano na zlecenie Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach z dnia 05.07.2018 stosownie do wymagań Ustawy z dnia 14 marca 2003r<sup>1</sup>.

#### **I. Ocena wyboru tematu pracy**

Podziemna eksploatacja górnicza powoduje zmiany stanu naprężenia i odkształcenia w górotworze oraz na powierzchni terenu. Zmiany te często powodują szkody górnicze, które mogą stanowić pewną uciążliwość dla mieszkańców lub w pewnych przypadkach zagrożenie użyteczności obiektów budowlanych. Uszkodzenia studzienek kanalizacyjnych są dobrym przykładem szkód górniczych wpływających na uciążliwość użytkowania. Dlatego w celu poprawy ich właściwej eksploatacji, w Polsce od ponad 20 lat trwa regularna wymiana starych elementów sieci kanalizacyjnej i zastępowania ich elementami wykonanymi z tworzyw termoplastycznych charakteryzujących się wyższą trwałością.

Zagadnienie którego podjęła się Doktorantka dotyczy analizy oddziaływania poziomych odkształceń gruntu wywołanych przez eksploatację górniczą na studzienki wykonane z tworzyw termoplastycznych. Dotychczas, temat ten nie był szeroko omawiany zarówno w kraju jak i na świecie. Natomiast jest to zagadnienie o tyle ciekawe, że poprawne jego sformułowanie i przeprowadzenie odpowiednich analiz powinno pomóc we właściwej ocenie odporności systemów kanalizacyjnych, a przy tym umożliwić poprawne ich projektowanie.

Swoją koncepcję i zamierzenia Doktorantka formułuje bardzo wyraźnie już na początku pracy. Według mojej opinii temat podjętej rozprawy jest ciekawy.

---

<sup>1</sup> Ustawa z dnia 14 marca 2003r o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami wprowadzone ustawą z dnia 18 marca 2011r o zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz. U. Nr 84, poz. 455) w brzmieniu obowiązującym od dnia 1 października 2011r.

## II. Ogólna charakterystyka konstrukcji i treści rozprawy.

Recenzowana praca doktorska, której promotorem jest dr hab. inż. Krystyna Stec, prof. GIG, a promotorem pomocniczym dr inż. Piotr Kalisz, zawiera 148 stron tekstu zredagowanego w 8 rozdziałach wraz z podrozdziałami, w tym spisem 108 pozycji wykorzystanych materiałów źródłowych (włącznie z 16 normami, instrukcjami i ustawami). Na końcu pracy Autorka zamieściła załączniki zawierające m.in.:

- sprawozdanie z badań sztywności obwodowej rur kanalizacyjnych,
- wynik otrzymane z badań laboratoryjnych dla określenia wartości poziomych odkształceń w gruncie niespoistym, oraz
- wykresy wykonane dla wyników badań laboratoryjnych, przedstawiające proste regresji i równania liniowej zależności względnego ugięcia przekroju poprzecznego modelu rury trzonowej studzienki w zależności od przyjętych wartości odkształceń.

**Rozdział pierwszy** stanowi wprowadzenie do tematu oddziaływania studzienek wykonanych z tworzyw termoplastycznych na zmieniające się deformacje górotworu powstałe w wyniku podziemnej działalności górniczej. Doktorantka zaprezentowała krótką charakterystykę problemu, określiła metody prowadzonych analiz oraz zakres stosowalności uzyskanych wyników badań.

W **rozdziale drugim** Autorka przedstawiła cel oraz zakres pracy, którym jest określenie wartości i charakteru dodatkowego zewnętrznego obciążenia studzienek kanalizacyjnych oraz skutków jego działań.

W **trzecim rozdziale** Doktorantka przedstawiła podstawowe informacje dotyczące studzienek kanalizacyjnych wykonanych z tworzyw termoplastycznych. Scharakteryzowała ich rodzaje i konstrukcje powołując się na odpowiednie normy. Szczegółowo omówiła materiały z których zbudowane są studzienki wraz z podaniem ich podstawowych właściwości.

W rozdziale tym Autorka dodatkowo opisuje stan naprężenia i odkształcenia studzienek kanalizacyjnych oraz podaje metody obliczania sztywności obwodowej rur trzonowych, w tym przedstawia podstawy charakterystyki ciała lepkiego (pełzanie i relaksacja).

**Rozdział czwarty** jest poświęcony opisowi wpływu górniczych deformacji podłoża na podatne studzienki kanalizacyjne. W pierwszej części rozdziału Autorka przedstawia podstawowe informacje na temat wskaźników ciągłych deformacji górniczych, wraz z kategoriami terenu górniczego i ogólną analizę rozproszenia losowego wskaźników deformacji. Następnie przedstawia opis dotyczący stanu naprężenia i odkształcenia gruntu poddanego wpływom eksploatacji górniczej wykorzystując w tym podrozdziale głównie wieloletnie doświadczenia pracowników GIG-u (Kwiatek, Mika). W dalszej części rozdziału Doktorantka przedstawia badania literaturowe na temat współpracy podatnych studzienek kanalizacyjnych z przypowierzchniową warstwą gruntu zarówno dla terenów górniczych jak i nie górniczych.

W **rozdziale piątym** Autorka pracy przedstawiła analizy wyników przeprowadzonych badań laboratoryjnych wyznaczenia zależności względnego ugięcia przekroju poprzecznego modeli rury trzonowej studzienki kanalizacyjnej, wykonanych

z tworzyw termoplastycznych od poziomych odkształceń gruntu niespoistego. W pierwszej części pracy Doktorantka przedstawiła wyniki badań przeprowadzonych w przeszłości, które stanowiły drogowskaz dla badań stanowiących część prezentowanego doktoratu. W badaniach własnych Autorka skupiła się na określeniu zależności ugięcia przekroju poprzecznego modeli rury trzonowej studzienki od poziomych odkształceń gruntu niespoistego przy uwzględnieniu warunków: różnej sztywności obwodowej modeli oraz różnych głębokości posadowienia studzienki. W celu przeprowadzenia badań wykorzystano stanowisko badawcze zaprezentowane na stronach 65–68. Następnie bazując na określonej metodyce badawczej opisanej w rozdziale 5.4 wykonała badania symulując jednokrotny przebieg podziemnej eksploatacji górniczej prowadzonej nieskończenie długim frontem. Symulację przeprowadzono dla trzech etapów typowych oddziaływań poziomych odkształceń gruntu:

- rozluźnienia gruntu do wartości odkształceń rozluźniających (ok. 12 mm/m),
- zagęszczenia gruntu do wartości (ok. -12 mm/m), oraz
- ponownego rozluźnienia gruntu (ok. 12 mm/m).

Rozdział ten zawiera również dane dotyczące przebadanej sztywności rur kanalizacyjnych, określeniu podstawowych właściwości gruntu wykorzystanego w badaniach laboratoryjnych i przeprowadzonej analizy kryteriów podobieństwa modelowego, istotnej w badaniach modelowych (laboratoryjnych) aby móc rozważać je w warunkach rzeczywistych.

**Rozdział szósty** zawiera analizy wyników przeprowadzonych badań (opisanych w rozdziale poprzednim) w szczególności określenia zależności względnego ugięcia przekroju poprzecznego modelu rury trzonowej od poziomych odkształceń gruntu, zależności względnego ugięcia przekroju poprzecznego modelu rury od jego sztywności obwodowej oraz głębokości posadowienia.

W celu przeprowadzenia pełniejszej analizy zależności te były również przedmiotem badań przeprowadzonych w **rozdziale siódmym**. Bazując na metodzie różnic skończonych i programie FLAC3D, Doktorantka zbudowała model numeryczny 3D, reprezentujący stanowisko badawcze (zaprezentowane na stronach 65-68, rozdział 5), a następnie wykorzystując model sprężysto-plastyczny Coulomba-Mohra wykonała szereg obliczeń dla założonych wartości parametrów. Wyniki analiz numerycznych zostały porównane z wynikami uzyskanymi z badań laboratoryjnych zaprezentowanych w rozdziałach piątym i szóstym.

Zakończeniem prac jest **rozdział ósmy**, w którym zamieszczono podsumowanie i wnioski wynikające ze zrealizowanych badań.

### III. Ocena merytoryczna pracy.

Podjęty przez Doktorantkę temat wpływu górniczych deformacji ośrodka gruntowego na obciążenia studzienek kanalizacyjnych z tworzyw termoplastycznych jest problemem złożonym i ciekawym. Dotyczy on najbardziej newralgicznych elementów sieci uzbrojenia terenu górniczego, które od lat stanowią wyzwanie dla projektantów.

Pomimo tego faktu, do tej pory zagadnienie to nie było szeroko rozważane co potwierdza przytoczona przez Doktorantkę literatura krajowa i zagraniczna.

Omawianą pracę można podzielić na trzy zasadnicze części.

Pierwsza część dotyczy, prezentacji doświadczeń krajowych i międzynarodowych w określaniu współpracy podatnych studzienek z przypowierzchniową warstwą gruntową. Rozdział ten zawiera wiele odniesień do stosowanych norm wraz z ich szczegółowym opisem. Autorka zapoznała się z dostępnymi wynikami przeprowadzonych dotychczas doświadczeń z omawianego zakresu.

Drugą część pracy stanowią przeprowadzone przez Doktorantkę badania laboratoryjne (rozdziały 5 i 6). Ta część pracy zasługuje na szczególną uwagę. Autorka przedstawiła w niej opis przeprowadzonych badań laboratoryjnych na specjalnie zmodyfikowanym aparacie modelowym. Badania te miały na celu określenie wpływu zadawanych odkształceń gruntu zarówno rozciągających i ściskających na ugięcie przekroju poprzecznego modelu rury trzonowej studzienki kanalizacyjnej wykonanej z tworzywa termoplastycznego. Doktorantka przeprowadziła badania uwzględniając różną sztywność obwodową rur, zmieniającą się głębokość jej posadowienia oraz tzw. podobieństwo modelowe. Wykonując badania wg opracowanej metodyki polegającej na wstępnym rozluźnieniu gruntu, następnie zagęszczeniu i ponownym rozluźnieniu, Doktorantka wykazała m.in. że: przekrój poprzeczny rury trzonowej po przeprowadzonym procesie modelowym pozostaje ugięty i przyrost względny ugięcia jest porównywalny na obu kierunkach poziomych. Dodatkowo przyrost ten charakteryzuje się wyższymi wartościami wraz ze wzrostem głębokości posadowienia (czyli ciśnienia pionowego) oraz zmniejszeniem sztywności rury. Wyniki przeprowadzonych badań zostały zaprezentowane na czytelnych wykresach, umożliwiających prześledzenie procesu ugięcia przekroju poprzecznego rury trzonowej studzienki w zależności od wartości przyłożonego odkształcenia, lub zmian współczynnika ugięcia w zależności od głębokości posadowienia rury. Zaprezentowana modyfikacja stanowiska badawczego, opracowana metodyka badań oraz wyniki prac laboratoryjnych wskazują na ogrom pracy jaki został wykonany przez Doktorantkę w celu uzyskania informacji o wpływie górniczych deformacji gruntu na obciążenia studzienek kanalizacyjnych z tworzyw termoplastycznych.

Ostatnią trzecią część pracy (rozdział 7) Autorka poświęciła na przeprowadzenie analiz numerycznych opartych na metodzie różnic skończonych (program FLAC3D). Doktorantka zbudowała modele symulując warunki zaprezentowane w przeprowadzonych badaniach laboratoryjnych. Obliczenia wykazały zbliżone wartości ugięcia przekroju poprzecznego studzienki podatnej zarówno dla etapów odkształceń ściskających, jak i rozciągających w porównaniu do wyników badań laboratoryjnych. Można wnioskować, że wyniki przeprowadzonych symulacji potwierdziły w ten sposób przydatność modelu numerycznego, który w dalszej kolejności może być wykorzystywany jako wsparcie prac projektowych.

Uważam, że zakres prac przeprowadzonych przez Doktorantkę związanych z określeniem wpływu górniczych deformacji podłoża gruntowego na studzienki kanalizacyjne jest znaczący i wskazuje na dużą wiedzę oraz doświadczenie z zakresu szeroko rozumianego górnictwa i geologii inżynierskiej.

Do oryginalnych i cennych osiągnięć Doktorantki należy zaliczyć przede wszystkim:

- stworzenie modelu i przeprowadzenie badań laboratoryjnych współpracy studzienki z otaczającym gruntem,
- określenie zależności pomiędzy głębokością posadowienia studzienki, jej sztywnością, a wartościami odkształcenia gruntu,

- wykazanie nierównomierności działania poziomego obciążenia podczas rozluźniania na studzienkę w kierunku prostopadłym do krawędzi eksploatacji w porównaniu do kierunku równoległego,
- wykazanie że poziome zagęszczanie gruntu (strefa odkształceń ściskających) wywołuje znacznie większe wartości obciążenia poziomego rur trzonowych studzienek.

Recenzowana praca zawiera wszystkie niezbędne elementy świadczące o umiejętności projektowania i realizowania pracy naukowej przez Doktorantkę, przy wykorzystaniu metodyki badań laboratoryjnych oraz modelowania numerycznego. Warto zwrócić uwagę na staranną szatę graficzną recenzowanej pracy. Układ tekstu jest przejrzysty, rysunki są jasne i czytelne.

#### **IV. Uwagi krytyczne**

Podczas lektury pracy nasunęło mi się kilka uwag o charakterze merytorycznym oraz pytań, które zamieszczam poniżej. Ilość przedstawionych uwag merytorycznych i komentarzy świadczy o zainteresowaniu recenzenta tą problematyką i jego przekonaniu o celowości realizacji pracy.

##### **Uwagi o charakterze merytorycznym:**

- [1]. Według recenzenta w celu właściwego zobrazowania wyników pracy rozdział dotyczący obliczeń numerycznych powinien poprzedzać rozdział opisujący badania laboratoryjne, ponieważ to one potwierdzają założenia przyjęte w modelowaniu.
- [2]. Część podanych przez Doktorantkę wzorów ma charakter empiryczny i powinno to zostać wyraźnie zaznaczone w treści manuskryptu.
- [3]. W niektórych wzorach brakuje jednostek, co uniemożliwia ich właściwą analizę.
- [4]. Recenzent sugeruje aby ewentualne przyszłe modele numeryczne współpracy gruntu ze studzienką kanalizacyjną reprezentowały wycinek gruntu, a nie jedynie laboratoryjne stanowisko badawcze.
- [5]. Wyniki badań laboratoryjnych potwierdziły właściwy dobór modelu numerycznego. Wskazuje to na możliwość przeprowadzenia dodatkowych analiz przy przyjęciu innych warunków brzegowych m.in.: zmiennych właściwości gruntów, uwarstwienia, kontaktu, zachowania się większej części sieci kanalizacyjnej (studzienka wraz łącznikami i rurami), itp.
- [6]. Doktorantka stosując modele numeryczne powinna przeprowadzić analizę wrażliwości modelu na poszczególne jego parametry.
- [7]. Według recenzenta wykorzystanie w modelowaniu numerycznym kryterium Coulomba-Mohra (niezmodyfikowanego) dla gruntów niespoistych jest dużym nadużyciem w granicach wartości naprężeń rozciągających.
- [8]. Dyskusje jakie recenzent przeprowadził z Doktorantką pozwoliły wyjaśnić szereg drobniejszych uwag do pracy i z tego powodu nie zostały one tutaj zamieszczone.

##### **Pytania szczegółowe do Doktorantki:**

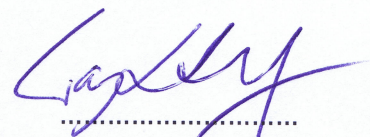
- [1]. Dlaczego w przeprowadzonych badaniach laboratoryjnych Doktorantka przyjęła wartość skrajnych odkształceń na poziomie 12 mm/m?

- [2]. Dlaczego warunki kontaktu między modelem gruntu, a modelem rury zostały pominięte przez Doktorantkę?
- [3]. Czy wg Doktorantki zastosowanie modeli reologicznych opisanych w rozdziale trzecim do zachowania się modelowanych rur kanalizacyjnych jest właściwe i powinno ono zostać przeprowadzone?

## V. Wniosek końcowy

Recenzowana praca doktorska, pomimo kilku krytycznych uwag, jest oryginalnym rozwiązaniem zaprezentowanego w niej zagadnienia naukowego. Autorka podjęła w niej problem, który ma istotne znaczenie z punktu widzenia poznawczego i praktycznego. Przeprowadzając swoje wywody wykazała się dobrą znajomością ogólnej wiedzy praktycznej i teoretycznej. Z tego powodu po przeprowadzeniu merytorycznej analizy i oceny pracy stwierdzam, że **mgr inż. Magdalena Zięba** posiada umiejętność prowadzenia badań naukowych i rozwiązywania problemów ze szczególnym uwzględnieniem aspektów praktycznych efektów swoich dociekań. Zrealizowała kolejny krok w kierunku zrozumienia zachowania się obiektów budowlanych na terenach poddanych skutkom eksploatacji górniczej.

W podsumowaniu stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji praca doktorska w pełni spełnia wymagania obowiązującej ustawy „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” z dnia 14 marca 2003 roku. W związku z tym wnioskuję do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach o przyjęcie tej pracy jako pracy doktorskiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony.



Dr hab. inż. Krzysztof Tajduś, prof. IMG PAN