

R e c e n z j a
rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Wróblewskiej
na temat „Analiza czynników wpływających na wychylenie budynków
na terenie górniczym”

1. Wstęp

Recenzję opracowałem na podstawie Uchwały Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport na Politechnice Śląskiej z dnia 18.06.2020r. i Umowy z dnia 23.06.2020 L.dz. RDILT/75/2019/2020,

Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Krzysztof Gromysz, prof. Politechniki Śląskiej.

Recenzent podjął się wykonania recenzji odpowiadając na postawione własne pytania:

- Jakiego problemu naukowego dotyczy rozprawa?
- Na czym polega oryginalność rozwiązania problemu naukowego?
- Co świadczy o wiedzy teoretycznej Doktorantki w dyscyplinie naukowej oraz o umiejętności prowadzenia pracy naukowej?

Recenzent jest specjalistą według starej klasyfikacji w dyscyplinie naukowej Górnictwo i Geologia Inżynierska, a nowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka. Zawodowo zajmuje się problematyką prognozowania i pomiaru deformacji powierzchni oraz ich wpływu na obiekty budowlane.

Przedstawiona do recenzji rozprawa dotyczy czynników wpływających na różnice pomiędzy prognozowanymi (a priori) a pomierzonymi (a posteriori) wychyleniami od pionu budynków na terenach górniczych. W praktyce przyjmuje się że prognozowane wychylenia obiektów budowlanych są tożsame z prognozowanymi nachyleniami terenu górniczego. Jak wykazano w pracy tak nie jest, występują różnice które w części wynikają z ułomności modelu prognostycznego (teorii ruchów górotworu), a także innych przyczyn. Tymi, innymi przyczynami zajęła się Doktorantka.

Że jest to ważny problem świadczą o tym liczby budynków już zrektyfikowanych w Górnos Śląskim Zagłębiu Węglowym (ponad 600), a także potencjalnych do rektyfikacji prawie 1500 budynków, o pochyleniu powyżej 20 mm/m.

2. Charakterystyka i analiza treści rozprawy

Rozprawę umownie podzieliłem na sześć części:

- Rozdziały 1-3 – wprowadzające, w tym rozdział 2 zawierający cel, tezę i zakres pracy.
- Rozdział 4 – obszerny, dotyczący prognozowania deformacji na terenach górniczych.
- Rozdziały 5 i 6 – opisujące rejon badań oraz wykonane pomiary.
- Rozdziały 7 - 9 - zasadnicze, które kolejno odnoszą się do różnic pomiędzy wychyleniem budynków z prognozy i pomiaru.
- Rozdział 10– nieco odmienny od pozostałych, w którym oceniono w sposób numeryczny wpływ warunków budowy geologicznej przypowierzchniowej warstwy górotworu na wychylenia budynków.
- Wnioski.

Pierwsza część rozprawy (rozdziały 1-3) zawiera podstawowe informacje o rozprawie. Naświetlony został obszar i zakres badań, a głównie nowe czynniki którymi

Recenzja spełnia

Kierownik Studiów Doktoranckich
Wydziału Transporta

Wpłynęło dnia 23.07.2020 r.

dr hab. inż. Grzegorz Wojnar,
prof. zwyczajny w Pol. Śl.

dotychczas nie zajmowano się w sensie przyczyn różnicy pochyłeń budynków na terenach górniczych w stosunku do nachylenia terenu. W tym:

- Wpływu spadku terenu.
- Morfologii terenu.
- Budowy geologicznej podłoża budowlanego.

Rozdział 3.1 jest typowo geodezyjny, wynika z niego dobra znajomość przez Doktorantkę metod określania pochyłeń budynków na terenach górniczych, jest przejrzysty dobrze udokumentowany (uwzględniona została ostatnia praca doktorska R. Zaborka z 2019r.) Wartością dodaną jest rozdział 3.2 w którym M. Wróblewska wykazała znajomość skutków społecznych i ekonomicznych konsekwencji pochyłeń budynków na terenach górniczych, a także metod rektyfikacji (prostowania) budynków.

Druga część (rozdział 4) – obejmuje przegląd literatury dotyczącej prognozowania wskaźników deformacji powierzchni na terenach górniczych. Rozdział ten świadczy o wiedzy Doktorantki w dyscyplinie naukowej Ochrona Terenów Górniczych (wcześniej nazywanego Szkodami Górniczymi).

Przegląd metod prognozowania deformacji obejmuje metody od pierwszych niemieckich, potem polskich zwłaszcza po 1953r, kiedy powstały najważniejsze teorie Budryka-Knothe'go, a 1956r. kiedy została opublikowana teoria T. Kochmańskiego. Doktorantka zauważa także niedoskonałości tych teorii jak i ich modyfikacje, aby trafniej prognozować deformacje powierzchni (np. problem tzw. obrzeża eksploatacyjnego). Jest to również wartość dodana w tej części pracy. W tym miejscu cytuję za brytyjskim uczonym G. Boxem „wszystkie modele się mylą, ale niektóre mogą być użyteczne”.

Rozdział 4.2 jest interesujący, aczkolwiek według recenzenta należy rozróżniać dwa pojęcia **dokładność** i **trafność** prognoz deformacji. Są to różne pojęcia (choć potocznie są utożsamiane), pierwszy dotyczy błędów jakie popełniamy w prognozie (które możemy i powinniśmy wyznaczać a priori) - z powodu nietrafnego przyjęcia danych do prognozy i parametrów teorii, natomiast trafność prognozy jest oceniana a posteriori, przez porównanie prognozy z wynikiem pomiaru. W obu przypadkach jest istotna zarówno losowość (probabilistyka) procesu deformacji oraz nieadekwatność teorii do rzeczywistości.

Losowość procesu ma wyraz zarówno w wynikach pomiaru, wskaźniki deformacji opisują łamane (mające rozproszenie względem wartości średniej), natomiast w prognozach są linie gładkie, losowość opisywana jest przez wartości średnie i rozproszenie (wstęgę błędów).

Nieadekwatność teorii - modelu - wynika zarówno z błędów modelu teoretycznego (teoria generalizuje górotwór) jak i nietrafnych parametrów teorii przyjętych do prognozy. Przy czym na trafność prognozy (rozbieżności między prognozą a wynikami pomiarów) mają wpływ też inne czynniki jak np. grubość eksploatowanego pokładu (która najczęściej nie jest stała), jego nachylenie oraz zgodność planowanego i dokonanego kształtu parceli eksploatacyjnej oraz zakresu parceli eksploatacyjnej), a także czynniki którymi zajęła się Pani mgr inż. M. Wróblewska.

Reasumując Doktorantka podjęła się opisać przyczyny rozbieżności między prognozą nachylenia terenu a pochyleniem budynków, stąd proponuję rozdział 4.2 nazywać trafność a nie dokładność prognoz. W ten problem wpisują się, o czym już wspomniano, działania podjęte przez Doktorantkę. Rozdział 4 świadczy o wiedzy teoretycznej Doktorantki z zakresu górnictwa i miernictwa na terenach górniczych, a także umiejętności prowadzenia pracy naukowej.

Trzecia część (rozdziały 5 i 6) rozprawy jest ciekawa i ważna. W rozdziale 6.2 podano, że w polu Markłowice jest 165 budynków o pochyleniu większym od 15 mm/m, według inwentaryzacji z 2017. Jest to podstawowa baza danych do badań, udokumentowana na zał. 1 i 3.

W rozdziale 6.4 Doktorantce udało się pomierzyć obniżenia terenu w otoczeniu dwóch budynków jak i na budynkach. Przytoczona analiza tych pomiarów jest poprawna, przy czym do generalizacji wniosków wypływających z nich należałoby wykonać znacznie więcej pomiarów. Wynika to również z powodu, że lokalizacja budynków względem biegu ściany i położenia była zróżnicowana, pierwszy budynek był na początku wybiegu ściany eksploatacyjnej, drugi tuż przed jej zakończeniem. Wydaje się, że ciekawsze byłoby zintegrowane rysunków 6.12 i 6.13 oraz 6.14 i 6.15, oraz wyróżnienie dwoma kolorami obniżenia budynków i terenu.

Satysfakcjonujące są wykazane rozbieżności pomiędzy pomierzonymi pochyleniami budynkami, a obliczonymi nachyleniami terenu, które można traktować jako prognozowane. Potwierdza to doświadczenie recenzenta, że prognozy nachyleń terenu są niedoszacowane.

Czwarta część (rozdziały 7 - 9). Są to rozdziały typowo empiryczne, w których Doktoranta porównuje nachylenia terenu z pochyleniami budynków dla różnych uwarunkowań górniczych i morfologicznych.

W rozdziale 7 Doktorantka porównuje pochylenia **10 budynków** i nachylenia terenu górniczego, na którym $w \leq 2,0\text{m}$ i $T_{g\acute{o}r} \leq 10,0\text{mm/m}$, pochylenia budynków powodują małą uciążliwość. Doktorantka wykazała, że przyjmowanie przyrostu nachylenia terenu i jego kierunku dla pochylenia budynku T_{bud} jest obarczone dużą niepewnością. Wyniki tych porównań, zwłaszcza ilościowe - wartość $S_T=4,2$, są dla Recenzenta zaskoczeniem. Jest problem, o czym wiadomo, pytanie czy aż tak duży? Myślę, że publikując wyniki należy poczynić zastrzeżenia, a także podjąć dalsze badania dla jego weryfikacji, gdyż warunki eksploatacji pod Markłowicami są wyjątkowe.

Kolejne wnioski z porównań pochylenia budynków i nachylenia terenu górniczego nie są zaskakujące i pokrywają się z doświadczeniem recenzenta (choć nie wykazanim ilościowo, a to uczyniła Doktorantka). Mianowicie wykazano, że:

- Zależą od odległości budynku od izolacji nachyleń terenu, dotyczy to również kierunku.
- Zależą od głębokości eksploatacji, im głębiej tym rozbieżności rosną.
- Nie zależą od liczby parcel eksploatacyjnych, nie mają istotnego wpływu.

Rozdział 8, który dotyczy wpływu spadku terenu na pochylenie **34 budynków**, zawiera ciekawe wyniki analiz i nie budzi wątpliwości. Zarówno zależności jakościowe i ilościowe odpowiadają recenzentowi, eliminują obawy które mu zostały po rozdziale 7. Średnia wartość odchyłki wynosi -18%, a średnia wartość rozbieżności pomiędzy pochylenia budynków i nachylenia terenu górniczego wynosi $S_T=1,3$! Słuszne jest zalecenie uwzględniania wpływ nachylenia (spadku) terenu na prognozowaną wartość pochylenia budynku według zależności (8.7).

Rozdział 9 dotyczy wpływu morfologii na pochylenie **16 budynków**. Metodyka badań jest analogiczna jak w rozdziale 7, taka sama jak w rozdziale 8. Średnia wartość odchyłki wynosi -7%, a średnia wartość rozbieżności pomiędzy pochylenia budynków i nachylenia terenu górniczego wynosi $S_T=1,2$! Ponadto podano sposób uwzględnienia morfologii (parametrów skarpy) na określanie wartości współczynnika S_T który należy uwzględnić aby lepiej oszacować pochylenie budynku w rejonie skarpy.

Piąta część rozprawy (rozdział 10) jest odmienna od wcześniejszych. Doktorantka zamodelowała numerycznie budowę przypowierzchniowej warstwy gruntu (czwartorzędu) w rejonie jednego wybranego budynku. Zastosowała program *Zsoil* v.11.0 i wykonała model płaski wykorzystując metodę MES. Wykonała dwa modelowania:

- I – w którym parametry gruntu są korzystne dla posadowienia budynków, stan gruntu zwarty, twardeplastyczny.
- II - w którym parametry gruntu są gorsze dla posadowienia budynków, stan gruntu plastyczny, miękkoplastyczny.

Wymuszenia na grunt pod budynkiem były spowodowane ciężarem budynku oraz oddziaływaniami górnictwymi (odkształcenia poziome o charakterze rozciągani $\epsilon=6,8\text{mm/m}$ i wypukły promień krzywizny $R=-8,0\text{km}$). Długość budynku 10,5 m, a wysokość 7,5m, długość modelu gruntu 74,5m a głębokość warstwy 35,0m.

Wynikiem modelowania oddziaływań jest stwierdzenie, że dla modelu II przemieszczenia są większe, a właściwie ich różnice są większe niż dla I. Przekłada się to na wzrost pochylenia budynku z 2mm/m dla modelu I do 3,0mm/m dla II.

Recenzent nie wnosi uwag do modelu i przyjętych danych, a także do wyników które są zgodne z jakościowymi oczekiwaniami.

Ostatnia część pracy Wnioski są klarowne i dobrze oddają zawartość rozprawy, mają aspekty naukowe, są poznawcze (sposób dokumentowania wyników i metoda badań) oraz mogą być stosowane w praktyce, zwłaszcza te które wynikają z rozdziałów 8-10. Stwierdzam też, że została wykazana teza pracy.

3. Ocena rozprawy i uwagi

Rozprawa doktorska dotyczy ważnych zagadnień związanych z współdziałaniem budynków z deformującym się podłożem gruntowym na terenach górnictwowych, szczególnie pochyłości budynków. Uważam że spełnione zostały wymogi ustawy dotyczącej rozwiązania problemu naukowego oraz że Doktorantka posiada wiedzę teoretyczną w zakresie geodezji, pomiarów deformacji terenu i obiektów budowlanych na terenach górnictwowych, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Problemem naukowym, który rozwiązywała Doktorantka jest rozpoznanie „fizyki” wychylania budynków deformującym się podłożu (na terenie górnictwowych), a także zdobycie umiejętności przewidywania wpływu nachylenia terenu na pochylenia budynków, albo jak nazwane jest w rozprawie na wychylenie budynków od pionu. Do tego celu zastosowała analizy wyników geodezyjnych pomiarów, a także w części modelowanie numeryczne.

Dobór cytowanej literatury uznaję za prawidłowy, omawiając stan wiedzy Autorka zachowała właściwą kolejność - chronologię, co sprawia, że przegląd literatury jest przedstawiony w sposób logiczny, odpowiedni do rozwiązania nakreślonego zadania i celu pracy.

Zaletami pracy są:

1. Kolejna próba wyjaśnienia innego pochylenia się budynków niż nachylenia powierzchni na terenach górnictwowych. Zagadnienie to jest złożone o czym świadczą zamieszczone w rozprawie wyniki.
2. Metoda badań.
3. Wykonanie obliczeń numerycznych układu budynek-podłoże oraz oddziaływania górnictwowe w układzie 2D i uzyskane wyniki.
4. Bardzo dobre udokumentowanie wyników badań, odpowiedni tekst i staranna część graficzna, rysunki i załączniki, a także zamieszczony wykaz ważniejszych definicji i oznaczeń.

Do dyskusji podnoszą następujące drugorzędne uwagi i kwestie.

1. Czy nie należy używać określenia pochylenie budynków (jak używa recenzent), które odnosi się do poziomu, a nie wychylenie (jak nazywa Doktorantka), które należy traktować w odniesieniu do pionu? Poziom jest łatwiejszy i pewniejszy do ustalenia i porównań niż pion. Dla deformacji terenu używamy określenia nachylenie terenu.
2. Na str. 13 Autorka pisze „(...) przystawiając łatę do sufitu, trzeba uwzględnić jednoznaczność, czyli należałoby dodać położenie w płaszczyźnie x, y .

3. Na str. 24 Autorka opisuje liniowe nieciągłe deformacje powierzchni, uważam, że zamiast uskoków (które najczęściej znamy z geologii - tektonika) należy używać pojęć stopień i struktury złożone ze stopni i szczelin, które tworzą schody, progi, zręby i rowy.
4. Myślę, że dla mieszkańców GZW wpływ wstrząsów w skutkach jest bardziej odczuwalny niż deformacje, z uwagi na drgania. Wpływ wstrząsów na powierzchni opisujemy prędkościami i przyspieszeniami drgań, a nie ruchami.

Przedstawiona rozprawa doktorska spełnia wymagania ustawowe. Pracując na Politechnice Śląskiej, a pisząc pracę pod kierunkiem prof. K. Gromysza Doktorantka przedstawiła rozprawę stanowiącą istotny krok w kierunku poprawy oceny zagrożenia budynków na terenach górniczych. Bardzo wysoko oceniam rozprawę, a także współpracę Doktorantki z Promotorem.

Rozwój techniki obliczeniowej, metod numerycznych a zwłaszcza technologii numerycznych, sieci neuronowych powoduje, że celowym jest prowadzenie poszukiwań naukowych w tych kierunkach, które mogą zaowocować skokiem jakościowym w rozwoju metod oceny zagrożenia budynków na terenach górniczych. Problem polega na tym, aby poszukiwania odzwierciedlały warunki rzeczywiste i były na nich sprawdzane. Wiedza o uszkodzeniach górniczych bazuje głównie na obserwacjach terenowych.

Pod względem edytorskim praca jest udokumentowana i wykonana bardzo starannie. Reasumując, Doktorantka przedstawiła w rozprawie doktorskiej rozwiązanie problemu naukowego w sposób zgodny ze współczesną wiedzą i ze współczesnymi możliwościami technicznymi prowadzenia badań. Wykazała znajomość problematyki deformacji budynków na terenach górniczych oraz umiejętności rozwiązywania problemów badawczych. Na podkreślenie zasługuje samodzielnie wykonanie części pomiarów geodezyjnych.

Rozprawa stanowi rozwiązanie postawionego przez Doktorantkę zagadnienia naukowego i wykazuje Jej wiedzę w zakresie będącym przedmiotem rozprawy.

4..Konkluzja

Po szczegółowej analizie rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Wróblewskiej pt.: „Analiza czynników wpływających na wychylenie budynków,, stwierdzam, że spełnia wymagania Ustawy z 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U nr 65,poz 595z z późniejszymi zmianami, oraz że rozprawę można dopuścić do publicznej obrony.

Proponuję wyróżnić rozprawę, ze względu na poznawczy charakter pracy, wykonane badania, praktyczne wyniki, a także bardzo staranne udokumentowanie wyników badań.

Znaczna część pracy kwalifikuje się do publikacji w wysoko punktowanych czasopismach naukowych.

