

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Marii Gierczak
pt. „**Analiza ryzyka w technologii horyzontalnych przewiertów sterowanych**”

1. Formalna podstawa opracowania recenzji

Formalną podstawę opracowania recenzji stanowią zlecenie na jej wykonanie skierowane do mnie przez dziekana Instytutu Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki pismem (ID-71/13) z dnia 27 marca 2013 roku oraz dołączony do ww. pisma egzemplarz pracy doktorskiej autorstwa mgr inż. Marii Gierczak pt. „**Analiza ryzyka w technologii horyzontalnych przewiertów sterowanych**”, wydanej w Kielcach w 2013 roku, w postaci maszynopisu afiliowanego przez Politechnikę Świętokrzyską, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, Katedrę Sieci i Instalacji Sanitarnych.

2. Analiza treści pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została napisana na 189 stronach. Do rozprawy dołączono załącznik napisany na 46 stronach. Treść dysertacji, poprzedzonej wykazem podstawowych symboli i oznaczeń, podzielono na 11 rozdziałów dołączając spis literatury oraz streszczenie w języku angielskim. Treść załącznika podzielono na trzy rozdziały oraz spis literatury.

W rozdziale pierwszym dysertacji nazwanym „Wstępem” i napisanym na 2 stronach uzasadniono potrzebę podjęcia badań oraz określono dwa główne ich cele, naukową tezę pracy oraz podstawę merytoryczną dla analizy problemu. Jako cele przyjęto:

- cyt.: „*opracowanie modelu matematycznego analizy ryzyka w technologii horyzontalnych przewiertów sterowanych*”,
- cyt.: „*opracowanie strategii zarządzania ryzykiem dla technologii horyzontalnych przewiertów sterowanych*”.

Jako cel użyteczny pracy doktorantka przyjęła wdrożenie opracowanego modelu do praktyki.

Tezę pracy sformułowano następująco:

- cyt.: „*opracowany przez autorkę i zamieszczony w niniejszej pracy model umożliwia dokonanie jakościowej i ilościowej analizy ryzyka dla bezwykopowej budowy rurociągu lub kanału z zastosowaniem technologii HDD*”.

Badania Doktorantka przeprowadziła na podstawie, jak napisała, własnych doświadczeń pozyskanych w trakcie aplikacji przedmiotowej technologii do budowy przewodów i kanałów oraz badań ankietowych przeprowadzonych wśród firm wykonawczych i producentów sprzętu stosowanego w technologii HDD.

Celowość badań Autorka uzasadnia powołując się na 10 aktualnych pozycji literatury, głównie autorów z zagranicy (7 pozycji). Nie jest to studium zbyt szerokie, lecz wystarczające, biorąc pod uwagę ogólną niechęć do publikowania na temat awarii i nieudanych przedsięwzięć.

W rozdziale drugim, napisanym na 10 stronach, na podstawie studium literatury Autorka przedstawiła definicje i terminologię związaną z analizą ryzyka

oraz jego typy i systemy kategoryzacji. Wskazała także na stosowane unormowania i standardy związane z zarządzaniem ryzykiem. Przywołane tu pozycje literaturowe są aktualne i wystarczające problem. Podjęła także próbę analizy powiązania bezpieczeństwa i ryzyka z teorią niezawodności odwołując się do historii jej rozwoju. Rozwój teorii niezawodności w Polsce odniósł głównie do osiągnięć związanych z analizami niezawodności systemów wodociągowych. Przywołane tu pozycje literatury bez wątpienia nie wyczerpują tematu. Brakuje odwołań do bardzo wielu prac. Między innymi pominięto zupełnie prace, jakie powstały w warszawskim czy wrocławskim ośrodku akademickim. Szkoda, że Doktorantka nie zapoznała się z opracowaniem pt. „Niezawodność infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej w Polsce”, autorstwa Kwietniewskiego M., i Raka J.. Opracowanie to zostało opublikowane w 2010 roku, w ramach Studiów z Zakresu Inżynierii KILiW PAN i zawiera, najszerszy ze znanych mi opis polskich osiągnięć w tym obszarze nauki.

Rozdział trzeci, napisany na 3 stronach, to studium literaturowe aktualnego stanu wiedzy na temat ryzyka w technologii horyzontalnych przewiertów sterowanych. Autorka odwołuje się do 14 pozycji literatury w tym 7 pozycji literatury zagranicznej. Rozdział Doktorantka zamyka konkluzją, że w cytowanej literaturze nie napotkała modelu uwzględniającego zarządzanie ryzykiem w kontekście zastosowania do różnych rozmiarów instalacji HDD. Upewniło ją to, co do słuszności określonego kierunku badań. Oczywiście nie można wykluczyć, że podobne modele gdzieś już istnieją. Jednak, jeśli nawet tak jest, nie zmienia to faktu, że podjęte przez Doktorantkę, autorskie badania tej problematyki uważam za wskazane i bardzo interesujące.

W rozdziale 4, napisanym na 9 stronach, również na podstawie studium literatury, Autorka opisała bardzo dokładnie technologie HDD wskazując na praktyczne strony jej aplikacji. Porusza tu bardzo istotny problem ciągle rosnących wymiarów, tak średnic jak i długości, instalacji realizowanych w tej technologii. Jest oczywistym, że zmiany takie implikują i będą implikowały nowe zagrożenia i związane z nimi ryzyka. Ten rozdział, mimo jego technicznego charakteru, jest nieodzowny dla całości prowadzonego przez Doktorantkę wywodu naukowego.

W rozdziale 5 (8 stron) przedstawiono 5 wybranych przypadków awarii, jakie miały miejsce przy wykonywaniu instalacji sieciowych technologią HDD. Uzupełnieniem tego rozdziału jest zamieszczony w załączniku opis następujących 11 przypadków. W sumie Doktorantka zebrała informacje o przebiegach 16 awarii, co uważam za duże osiągnięcie, biorąc pod uwagę wspomnianą już niechęć do udzielania takich informacji, przez przedsiębiorstwa związane z realizacją nieudanego zadania. W większości przypadków opisy dotyczą instalacji o małych wymiarach przekroju poprzecznego (tych wykonuje się najwięcej). Autorce udało się także dotrzeć do literatury opisującej niepowodzenia przy realizacji przewodów o większych średnicach (przewód wodociągowy 711 mm na Hawajach, przewód wodociągowy o średnicy 914,4 mm w USA).

Rozdział 6 jest poniekąd kontynuacją rozpoczętego w rozdziale 5 zbierania informacji o przebiegach i rodzajach awarii oraz trudności z aplikacjami HDD. W rozdziale tym przedstawiono wyniki własnych badań Doktorantki dotyczących uszkodzeń wiertnic, żerdzi, głowic pilotowych, wprowadzanych do gruntu rurociągów i łączników narzędzi wiertniczych. Są to wyniki o charakterze statystycznym otrzymane na podstawie analizy ankietyzacji przedsiębiorstw w Polsce, Francji, Holandii, USA i Niemczech. W sumie przeanalizowano 14 ankiet związanych z 5940 przypadkami instalacji HDD. Przedstawione wyniki są unikatowe i należy je uznać za znaczące osiągnięcie Doktorantki. Autorka komentuje w tym rozdziale także

przyczyny zestawionych w tabelach uszkodzeń. Niestety nie opisała, ani nie dołączyła przykładu ankiety. Wielka szkoda, gdyż wobec takiego braku nie można się zorientować jak ankieta była zbudowana, jakie postawiono w niej pytania i jakie dopuszczano formy odpowiedzi. Można jedynie domniemać, że dopuszczono zarówno ilościowe jak i jakościowe (werbalne) formy odpowiedzi.

W rozdziale 7 Doktorantka, na 2 stronach, uzasadnia konieczność dokonywania analizy ryzyka przy projektowaniu przedsięwzięć budowlanych z użyciem technologii HDD, zestawiając je z technologią tradycyjną (w otwartych wykopach). Autorka przywołuje tu także wynik odpowiedzi udzielonych przez ankietyzowane firmy na następujące pytania:

- cyt.: *czy potrzebny jest model analizy ryzyka w technologii HDD?* (100% respondentów odpowiedziało – tak),

- cyt.: *czy istnieje potrzeba opracowania strategii zarządzania ryzykiem w technologii HDD?* (93% respondentów odpowiedziało – tak).

Moim zdaniem wynik odpowiedzi był z góry przesądzony a jedyną korzyścią wynikającą z odpowiedzi na pytania jest utwierdzenie się w przekonaniu, że ankietyzowane firmy nie dysponują programami określającymi poziom ryzyka, co wzmacnia wnioski wyciągnięte w rozdziale trzecim, wyciągnięte na podstawie badań literatury tematu. Można też przyjąć, że lepiej rozpoznane są narzędzia związane z zarządzaniem ryzykiem jako takim, co jest oczywiste wobec powszechnego stosowania ich w innych obszarach.

Wobec powyższego uważam, że umieszczenie tego rozdziału w pracy nie było konieczne, gdyż Autorka wcześniej wystarczająco udokumentowała potrzebę podjęcia badań w tym kierunku.

Rozdział ósmy, napisany na 33 stronach, jest bardzo ważny z punktu widzenia opisu metod naukowych przyjętych do rozwiązania postawionego w dysertacji problemu. Doktorantka przedstawiła w nim konstrukcję modelu badania ryzyka, proponując analizę drzewa niezdatności i logiki rozmytej. W pierwszej części rozdziału opisała podstawowe pojęcia, definicje i symbole stosowane w analizie drzewa niezdatności i logice rozmytej. Wykazała, że zarówno ocena jakościowa jak i ilościowa ryzyka może być przeprowadzona za pomocą zaproponowanych przez nią narzędzi. Wskazała, jakie informacje o ryzyku można uzyskać stosując metodę drzewa niezdatności oraz, że prowadzą one nie tylko do określenia zdarzeń losowych bezpośrednio powodujących uszkodzenia, ale także do oszacowania zdolności systemu do pracy przy wystąpieniu mniej istotnych uszkodzeń, pozyskania informacji niezbędnych do lokalizacji uszkodzeń, ich lokalizacji i diagnostyki a w konsekwencji – sporządzania nowego planu obsługi. W dalszej części rozdziału uzasadnia propozycję wykorzystania logiki rozmytej, a nie teorii prawdopodobieństwa, umożliwiając przyporządkowanie rozkładu prawdopodobieństwa zdarzeniom podstawowym a w konsekwencji, wyliczenia prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń, w tym zdarzenia szczytowego. W pełni zgadzam się z doktorantką, że przy obecnym braku baz niezbędnych danych o technologii HDD, nie jest możliwe określenie rozkładu prawdopodobieństwa dla zdarzeń podstawowych, co eliminuje konwencjonalne podejście do rozwiązywania drzewa niezdatności. W takich przypadkach, badacze coraz częściej sięgają do zbioru rozmytego, który stwarza możliwości stopniowego przechodzenia przy werbalnym opisie pojęć. Oczywistym jest tu, że dokładność i prawidłowość prowadzonej analizy zależy od doświadczenia a w pewnym stopniu, także intuicji eksperta. Autorka jest tego świadoma, czego dowodzi w przedstawionych w pracy zapisach. W dalszej części rozdziału, na podstawie analizy literatury, omawia klasy

funkcji przynależności odpowiadających w teorii zbiorów rozmytych funkcjom charakterystycznym dla zbiorów nierozmytych opisującym przynależność do podzbioru (domeny). W konkluzji pisze, że do analiz problemów związanych z bezpieczeństwem często stosuje się trapezowe funkcje przynależności, gdyż wymagają dokładnego opisu, co pozwala na uzyskanie bardziej ścisłych rozwiązań. Funkcję tę wykorzystuje następnie w zaproponowanym przez siebie modelu jakościowej i ilościowej analizy ryzyka.

Metodologię analizy ryzyka przedstawiła w postaci schematu zawierającego osiem kroków postępowania wspomaganych siedmioma działaniami. Prawidłowo zdefiniowała czynności w kolejnych krokach postępowania, umiejętnie wprowadzając w kroku 2 i 3, informacje pozyskane na drodze uprzednio przeprowadzonych badań (scenariusze problemów, wyniki ankietyzacji). W kroku 4 zdefiniowała zdarzenia podstawowe i nierozbudowane wraz z ich konsekwencjami oraz skonstruowała drzewo niezdatności lokalizując na jego wierzchołku zdarzenie szczytowe. Jakościowej analizie drzewa niezdatności dokonała w kroku 5. W celu ilościowej analizy drzewa (krok 6) zwróciła się do ekspertów o przyporządkowanie zdarzeniom podstawowym wartości lingwistycznych, co umożliwiło Jej fuzyfikację (skonstruowanie funkcji przynależności o kształcie trapezowym). Defuzyfikację, czyli określenie prawdopodobieństwa zaistnienia zdarzenia szczytowego, przeprowadziła wykorzystując metodę środka obszaru. Ostatnie kroki (7 i 8) to zarządzanie ryzykiem i podejmowanie decyzji. W mojej ocenie jest to bardzo interesujące i oryginalne podejście do rozwiązania problemu. Ułomnością tej części pracy jest brak wskazania przez doktorantkę w kroku 8 poziomu ryzyka dopuszczalnego lub podmiotu, który taki poziom miałby określać.

W rozdziale dziewiątym doktorantka opisała Autorską koncepcję zarządzania ryzykiem dzieląc ten proces na pięć etapów: „ocenę ryzyka, wybór reakcji na ryzyko, administrowanie ryzykiem, monitorowanie oraz finansowanie ryzyka”. Zdefiniowała 22 zdarzenia, określiła podejście do zarządzania ryzykiem dla tych zdarzeń (fatalistyczne lub holistyczne), sugerowane działania (tolerowanie ryzyka, transfer ryzyka, eliminacja ryzyka, redukcja efektu, redukcja przyczyny) i fazy realizacji (faza przygotowania projektu, faza przygotowania realizacji, realizacja, finalizacja) oraz osobę odpowiedzialną (wykonawca, projektant, inwestor). W mojej opinii w przedstawionym modelu zabrakło wskazania na obiektywne przyczyny losowe, np. powódź, jako czynnika odpowiedzialnego za ryzyko. W dalszej części rozdziału przedstawia analizę możliwości reakcji na ryzyko dla zdefiniowanych 22 zdarzeń. Ta część rozdziału opracowana jest profesjonalnie na podstawie szerokich studiów literatury tematu (głównie amerykańskiej) oraz własnych doświadczeń doktorantki wynikających z uprzednio opisanych badań. Moje wątpliwości dotyczą tu wskazanej przez Autorkę na stronie 97, jako zabezpieczenie rury warstwy polimetobetonowej o grubości 0,5 mm, pomijając niewłaściwość sformułowania cyt.: *betonu polimerowego na bazie żywicy*. W polimerobetonach z założenia materiałem wiążącym są żywice. W języku polskim nie istnieje takie pojęcie jak cyt.: „*rury tworzywowe*” (str.98), nie istnieje nawet taki przymiotnik. Jeżeli już, to można napisać „*rury z tworzywa*”, przez które Autorka rozumie tu rury wykonane z termoplastów a ściślej z PE. Należy pamiętać, że tworzywem jest także beton, kamionka, żeliwo, itd. W związku z czym wystarczyło napisać rury wykonane z PE. Nie zgadzam się również ze stwierdzeniem, że przedstawiony na rys. 9.3 wykres jest sposobem równoważenia kosztów badań geotechnicznych w relacji do poziomu ryzyka. Jest to rysunek wyłącznie poglądowy a nie sposób, umożliwiający wyznaczenia optimum (miejsca przecięcia się wykresów obu funkcji). Nie zgadzam się także z opinią

Autorki (nawet jeśli jest poparta 106 pozycją literatury, na którą autorka się powołuje), wyrażoną stwierdzeniem (str. 116), cyt.: *jeżeli firma wykonawcza napotka na nieprzewidziane warunki gruntowe powinna mieć prawo do uzyskania dodatkowej rekompensaty*. Takiej rekompensaty wykonawca może oczekiwać w przypadku gdy badania były wykonywane przez projektanta lub inwestora. Niezręczne jest również sformułowanie na str. 125 cyt.: *od strony rurowej*. Jest to żargon budowlany i nie powinien występować z pracy naukowej, jaką jest dysertacja doktorska.

Wyrażone uwagi krytyczne dotyczące tego rozdziału nie umniejszają jego wartości i należy je traktować jako głos w publicznej dyskusji. Bez wątplenia zawarte w rozdziale treści świadczą o bardzo dobrej znajomości przez Doktorantkę technicznej strony HDD. Niezaprzeczalną wartością tej części pracy jest możliwość wykorzystania opisanych wyników badań w praktyce.

W rozdziale dziesiątym Autorka przedstawiła praktyczną możliwość zastosowania opisanego w rozdziale ósmym modelu analizy ryzyka. W tym celu określiła ryzyko dla czterech instalacji HDD o różnych rozmiarach średnic, określając je odpowiednio mini, midi oraz maxi (dwie instalacje). Informacje o analizowanych instalacjach pochodzą z ich dokumentacji projektowych, które udostępnione zostały Doktorantce przez firmy wykonawcze.

Stosując opracowany przez siebie model wyznaczania ryzyka określiła kolejne kroki analizy, zdarzenia podstawowe wraz z prawdopodobieństwem ich wystąpienia. Zdarzenia podstawowe zdefiniowała wyłaniając je spośród zbioru 22 zdarzeń opisanych w rozdziale dziewiątym (tabela 9.1), w zależności od rodzaju instalacji a prawdopodobieństwa ich wystąpienia określili lingwistycznie zaproszeni do oceny eksperci. Następnie opracowała trapezowe funkcje przynależności dla rozmytego prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń podstawowych, według wzoru podanego w rozdziale ósmym (wzór 8.16). Pierwszy etap analizy zamykają obliczenia rozmytego prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń podstawowych dla różnych wartości funkcji przynależności, utworzenie funkcji rozkładu rozmytego prawdopodobieństwa zdarzenia szczytowego oraz wyznaczenie wartości liczbowej jego wystąpienia. W etapie drugim składającym się z zarządzania ryzykiem (krok 7) i podejmowania decyzji (krok 8) analizuje wrażliwość instalacji na udział zdarzeń podstawowych w procesie powstawania zdarzenia krytycznego (posługuje się tu opisanym w ósmym rozdziale rozmytym wskaźnikiem ważonym). Na tej podstawie zaleca stosowne pasmo reakcji na obliczone ryzyko. Finalnie, powtarzając kroki 6 i 7, weryfikuje skuteczność aplikacji zaleceń, poprzez obliczenie wartości prawdopodobieństwa zaistnienia zdarzenia szczytowego po wprowadzonych zmianach.

W mojej ocenie Doktorantka umiejętnie przedstawiła możliwości praktycznego zastosowania opracowanego przez nią modelu, co udowadnia postawioną w pracy tezę.

Rozdział jedenasty to napisane na czterech stronach wnioski, które w swojej treści są raczej podsumowaniem wskazującym na najistotniejsze zdaniem Doktorantki osiągnięcia zawarte w dysertacji. Moim zdaniem niektóre sformułowania nie są tu potrzebne, gdyż mają formę autooceny, co w rozprawie naukowej nie powinno mieć miejsca. Autorka niepotrzebnie wyręcza recenzentów, których zadaniem jest określenie wad i zalet dysertacji oraz jej wartości aplikacyjnej. Nie zmniejsza to mojej ogólnej, wysokiej oceny pracy a piszę o tym, gdyż Doktorantka jest na progu drogi naukowej i powinna unikać tego rodzaju formy w swoich przyszłych publikacjach naukowych.

Pracę zamyka spis 112 pozycji polskojęzycznej i angielskojęzycznej literatury tematu oraz streszczenie w języku angielskim. Cytowana literatura jest aktualna, dobrze dobrana i w zdecydowanej większości przypadków bardzo ściśle związana z analizowaną problematyką. Ograniczenie analizy do literatury polskojęzycznej i angielskojęzycznej jest niejako „znakiem czasu”. W mojej opinii nie zmniejsza to jej wartości i świadczy o tym, że Doktorantka wystarczająco głęboko zapoznała się z problematyką występującą w trakcie realizacji przedsięwzięć w technologii HDD. Uzasadniam to faktem, że odwołuje się głównie do doświadczeń północnoamerykańskich (są one najszerze w świecie) oraz bogatego w instalacje HDD polskiego runku budowlanego.

Integralną częścią pracy jest załącznik, w którym przedstawiła dodatkowe scenariusze awarii (rozdział 2), dodatkowe przykłady zastosowania modelu analizy ryzyka w technologii HDD oraz 8 pozycji literatury (głównie dokumentacje projektowe).

3. Ocena merytoryczna pracy

Niektóre komentarze dotyczące treści pracy i jej wartości naukowej oraz użytecznej, a także uwagi krytyczne przedstawiłem już w punkcie 2. W mojej opinii podjęta przez Doktorantkę tematyka jest bardzo aktualna, trudna i bez wątpienia oryginalna. Badania wykraczają znacznie poza badania eksperckie, kwalifikując pracę Autorki do grupy prac rozwiązujących złożony problem naukowy i techniczny metodami (narzędziami) naukowymi. Wykorzystane przez Doktorantkę narzędzia naukowe, jakimi są użyte modele z obszaru teorii zbiorów rozmytych są bardzo trafnie i oryginalnie wykorzystane. Ich aplikacja wymagała od Autorki, o czym już napisałem, poznania trudnej teorii z dziedziny matematyki i umiejętnego jej zastosowanie.

Opisując treść pracy kilkakrotnie nie zgodziłem się z Autorką odnośnie opisanych przez nią stwierdzeń. Oczywiście, te polemiczne opinie w żadnym razie nie dyskwalifikują w mojej ocenie dokonań Doktorantki i ogólnej, wysokiej wartości pracy a są wyłącznie głosem w dyskusji naukowej. Stąd też oczekuję, że Doktorantka podejmie tę dyskusję podczas publicznej obrony swojej pracy.

W recenzji nie wyodrębniłem rozdziału dotyczącego drobnych uchybień, gdyż nie wpływają one zasadniczo na wartość pracy. Ponadto, praca jest napisana czytelnie, dobrym językiem polskim. Nie oznacza to jednak, że przed ewentualną publikacją dysertacji (do czego zachęcam Autorkę) lub jej fragmentów, powinna zostać poddana szczegółowej analizie redakcyjnej.

4. Wniosek końcowy

Doktorantka jasno sformułowała zakres i cel pracy. W wyniku przeprowadzonych badań osiągnęła założony cel i udowodniła postawioną tezę. Sposób przeprowadzenia badań i ich metodyka są autorskimi osiągnięciami Doktorantki, która rozwiązała, jak już napisałem, złożony problem naukowy metodami naukowymi. Biorąc pod uwagę wartość pracy wnioskuję o jej wyróżnienie.

Dysertacja spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim i zgodnie z Ustawą z roku 2003 „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki” upoważnia mnie do postawienia wniosku o jej przyjęcie, i dopuszczenie do publicznej obrony.

