

Rzeszów, 29 lipca 2016 r.

Dr hab. inż. Daniel Słyś, prof. PRz
Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza
Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury
Zakład Infrastruktury i Ekorozwoju
al. Powstańców Warszawy 12
35-959 Rzeszów

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Kamila Mogielskiego

pt. *„Parametry rur kanalizacyjnych po ich bezwykopowej rehabilitacji powłokami epoksydowymi utwardzanymi in situ”*

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Formalną podstawą wykonania recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach (znak: ID-002-4/16) z dnia 4 maja 2016 r. oraz egzemplarz rozprawy doktorskiej mgra inż. Kamila Mogielskiego pt. *„Parametry rur kanalizacyjnych po ich bezwykopowej rehabilitacji powłokami epoksydowymi utwardzanymi in situ”*.

2. Przedmiot i zawartość rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgra inż. Kamila Mogielskiego pt. *„Parametry rur kanalizacyjnych po ich bezwykopowej rehabilitacji powłokami epoksydowymi utwardzanymi in situ”*. Zasadniczo praca ma charakter badawczy i składa się z 8 rozdziałów głównych, spisu literatury, który obejmuje 169 pozycji piśmiennictwa, w tym znaczącą liczbę pozycji zagranicznych oraz 6 załączników. Tekst rozprawy liczy 182 strony, w tym 98 rysunków oraz 28 tabel.

Rozdział pierwszy pracy składa się z czterech podrozdziałów. W pierwszym z nich Doktorant zawarł krótką charakterystykę technologii adhezyjnych powłok rehabilitacyjnych z filcu poliestrowego i żywicy epoksydowej na tle innych metod rehabilitacji przewodów z wykorzystaniem materiałów tekstylnych i żywic. Następnie przedstawił tezy badawcze oraz cele naukowe i użytkowe pracy, które podkreślają jej walory aplikacyjne. W dalszej kolejności Doktorant omówił zakres realizacji rozprawy doktorskiej.

Rozdział drugi ma charakter przeglądu literatury przedmiotu w zakresie tematyki uszkodzeń przewodów kanalizacyjnych oraz metod ich rehabilitacji, różnicowania technologii wykorzystujących utwardzalne powłoki żywiczne oraz zawiera wyjaśnienia wybranych

SEKRETARIAT DZIEKANA

Wpłynęło dnia 07.09.2016.....

PodpisGrodzka 51/16.....

terminów. Doktorant dokonał charakterystyki stosowanych żywic oraz ich nośników, a także przedstawił tok działań technologicznych w celu wytworzenia w rehabilitowanym przewodzie wykładziny. Odniósł się również do problemów wtórnej rehabilitacji stanu technicznego przewodów, uprzednio poddanych naprawie z wykorzystaniem technologii CIPP. Treść rozdziału dobrze wprowadza w zagadnienia podejmowane w dalszej części rozprawy.

W rozdziale trzecim Doktorant dokonuje krytycznej analizy dotychczasowego podejścia do problemów wymiarowania powłok rehabilitacyjnych w technologii CIPP.

Dokonany przegląd literatury wskazuje niewystarczający poziom zbadania tej tematyki nie tylko na poziomie krajowym, ale również w ujęciu światowym, a także na brak odniesień normowych i krajowych wytycznych w Polsce. Doktorant przedstawił podstawowe założenia stosowanych na świecie metod obliczeniowych powłok rehabilitacyjnych, a następnie dokonał syntetycznej analizy znanych z literatury przedmiotu metod badań powłok, dokonując ich podziału na te, w których do wywołania wyboczenia wykorzystywane jest: i) zewnętrzne nadciśnienie lub wewnętrzne podciśnienie, ii) wewnętrzne nadciśnienie lub iii) siły przyłożone od góry. Doktorant omówił również inne rodzaje badań powłok odnoszące się do wykładzin, zainstalowanych i użytkowanych w dłuższym okresie czasu, a także powłok nieadhezyjnych posiadających szczelinę pierścieniową.

W dalszej części tego rozdziału Doktorant przedstawił charakterystykę powłok adhezyjnych, mechanizmy tworzenia połączeń międzymateriałowych i czynniki wpływające na ich siłę, szczególnie w aspekcie specyfiki powierzchni rur poddawanych rehabilitacji.

Podsumowaniem rozdziału jest podrozdział, w którym Doktorant w sposób zwięzły dokonuje uzasadnienia podjęcia tematu pracy, podkreślając, zresztą w sposób uprawniony obecne braki w stanie wiedzy w zakresie rozwoju teorii i metodyki projektowania rehabilitacji przewodów w technologii rękawów utwardzanych.

Przeprowadzona przez Doktoranta analiza literaturowa, której kwintesencją jest rozdział trzeci dobrze ilustruje zaawansowanie i kierunki prac badawczych, które były dotychczas realizowane, a także prawidłowo przedstawia istniejący stan techniki w tematyce objętej pracą doktorską.

Rozdział czwarty stanowi wprowadzenie do prac badawczych zrealizowanych przez Doktoranta, w którym dokonał zestawienia oraz charakterystyki przewodów i materiałów będących podstawą wykonania modeli badawczych.

W rozdziale piątym Doktorant zawarł plan eksperymentu badawczego, przedstawił ograniczenia badań, sposób przygotowania i oznaczania próbek badawczych. Istotną część rozdziału stanowi przedstawienie metodologii badań eksperymentalnych ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki materiałów poddanych tym badaniom.

Rozdział szósty stanowi omówienie uzyskanych przez Doktoranta wyników badań w zakresie schematów niszczenia próbek rur sztywnych oraz ich oceny wizualnej, a także

oceny wpływu zastosowania powłok w różnych układach konfiguracyjnych „powłoka - rura” na zmiany ich parametrów wytrzymałościowych.

W rozdziale siódmym Doktorant dokonuje analizy uzyskanych wyników badań. Przedstawia opracowane modele regresji wyników, model działania połączenia kielichowego rur w aspekcie wytrzymałości powłok rehabilitacyjnych i ich niszczenia. Następnie przechodzi do analizy wyników badań w celu opracowania współczynnika redukującego wymaganą grubość powłoki rehabilitacyjnej oraz jego wprowadzenia do stosowanych w praktyce metod obliczeniowych. Rozdział ten zawiera również praktyczne przykłady implementacji uzyskanych wyników badań w obliczeniach inżynierskich najczęściej stosowanymi metodami.

Część merytoryczną rozprawy doktorskiej kończy rozdział ósmy, w której Doktorant zawarł dyskusję wyników i wnioski końcowe, które wynikają z treści pracy.

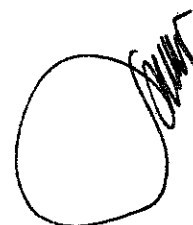
3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Ocena doboru tematu i celów rozprawy

Rozwój infrastruktury sieciowej związanej z transportem ścieków w większości polskich miast przypadł zasadniczo na drugą połowę XX wieku. Intensywnej, powojennej industrializacji terenów oraz rozwojowi budownictwa mieszkaniowego towarzyszyła potrzeba dostarczania wody, a także odprowadzania ścieków z wykorzystaniem zbiorczego systemu ich transportu. Niestety, w wielu przypadkach dostępne ówczesne technologie produkcji, stosowane materiały, sposoby montażu, a w wielu przypadkach również niska kultura techniczna wykonawców, wpływały na ich nienajlepszy obecnie stan techniczny, a w konsekwencji na obniżenie trwałości budowanych ówczesnie, a eksploatowanych teraz i w przyszłości sieci kanalizacyjnych.

Potrzeba ciągłego transportu ścieków z terenów zurbanizowanych wymusza potrzebę utrzymywania stanu technicznego sieci i obiektów z nią współdziałających na poziomie umożliwiającym ich dalszą eksploatację. Stąd, rozwój teorii i technik rehabilitacyjnych, a także poprawa ich efektywności ekonomicznej jest zagadnieniem o bardzo istotnym znaczeniu, nie tylko dla operatorów kanalizacyjnych, czy dostawców technologii, ale także dla gospodarki narodowej, biorąc pod uwagę powszechność tych systemów.

Jedną ze stosowanych obecnie technologii rehabilitacji stanu technicznego rurociągów, w szczególności przewodów kanalizacyjnych jest technologia polegająca na zastosowaniu adhezyjnych powłok rehabilitacyjnych wykonanych z filcu poliestrowego i żywicy epoksydowej. Jednym z mechanizmów występujących w trakcie instalacji takich powłok we wnętrzu poddanego rehabilitacji przewodu jest ich sklejanie się z powierzchnią naprawianego przewodu. Jak wykazano w badaniach Doktoranta zjawisko to może odgrywać istotną, choć niejednoznacznie pozytywną rolę w wydłużeniu trwałości rury współdziałającej z powłoką rehabilitacyjną w zależności od kondycji technicznej rehabilitowanego przewodu.



W Polsce nie funkcjonują krajowe wytyczne odnoszące się do wyznaczania parametrów statyczno-wytrzymałościowych powłok. Wobec tego praktyczne zastosowanie znajdują zagraniczne metody ich wymiarowania opisane m.in. w wytycznych ASTM F 1216-09 i ATV-DVWK – M127 i A143. Wyznaczenie wymaganych grubości powłok używanych do rehabilitacji stanu technicznego kanału nie uwzględnia mechanizmów sklejanego się powłok z rehabilitowanym przewodem i wpływu tego procesu na sposób jego funkcjonowania pod względem statyczno-wytrzymałościowym.

Podjęte przez Doktoranta prace badawcze na drodze badań laboratoryjnych zmierzały do ustalenia wpływu procesu sklejanego się powłok rehabilitacyjnych do rur wykonanych z różnych materiałów charakteryzujących się odmiennymi parametrami i typami na wymaganą grubość warstwy rehabilitacyjnej. Wyniki przeprowadzonych badań zostały zaimplementowane do metod wymiarowania powłok rehabilitacyjnych stanowiąc ich rozwinięcie.

Biorąc powyższe pod uwagę uważam, że cele naukowe badań postawione w pracy doktorskiej zostały sformułowane prawidłowo i zrealizowane w wystarczającym zakresie. Również cele użyteczne tych badań nie budzą zastrzeżeń. Zostały one właściwie osadzone w istniejących realiach i zmierzały do rozwiązania rzeczywistych problemów inżynierskich związanych z odnową przewodów kanalizacyjnych. Posiadają one również duże walory aplikacyjne.

Uważam, że podjęty przez Doktoranta temat rozprawy doktorskiej jest aktualny, a przeprowadzone badania są oryginalne oraz rozszerzają wiedzę w przedmiocie rozprawy. Zdefiniowane cele badawcze i użyteczne są logicznie sformułowane, zasadne i ważne tak z naukowego, jak i aplikacyjnego punktu widzenia.

3.2. Tezy rozprawy

Na potrzeby realizacji rozprawy sformułowane zostały trzy tezy w obszarze badawczym, który zdaniem Doktoranta nie został dostatecznie zbadany, a dotyczy wpływu zespolenia powłok CIPP z rehabilitowanymi przewodami kanalizacyjnymi na ich parametry statyczno-wytrzymałościowe.


Tezy pracy zostały sformułowane poprawnie. Zrealizowany zakres badań, dobór narzędzi badawczych i zastosowanych metod, a także ich zakres był adekwatny do postawionych celów i umożliwił w pełni potwierdzenie postawionych tez. Można by jednak zaryzykować twierdzenie, że zakres zrealizowanych badań umożliwił postawienie i udowodnienie dodatkowej tezy potwierdzonej wynikami badań Doktoranta, której nie ujęto w pracy (wniosek nr 5) a dotyczącej innego mechanizmu, rodzaju i propagacji uszkodzeń powłok w zależności od rodzaju zastosowanej powłoki (autonomiczna, adhezyjna) i stanu technicznego rehabilitowanego przewodu.

Niemniej jednak, zakres zrealizowanych prac badawczych był ambitny i oryginalny oraz w pełni pozwolił na udowodnienie tez postawionych przez Doktoranta. Tezy pracy posiadają zarówno znaczenie poznawcze, jak i walory praktyczne.

3.3. Ocena naukowej wartości rozprawy

Na podstawie przedłożonej do recenzji rozprawy doktorskiej za najważniejsze osiągnięcia naukowe mgr inż. Kamila Mogielskiego uznaję kwestie przedstawione w punktach.

1. Krytyczną analizę istniejącego stanu wiedzy w zakresie przedmiotu pracy doktorskiej przeprowadzoną na podstawie szerokiego zbioru źródeł literaturowych krajowych i zagranicznych, która pozwoliła na sformułowanie oryginalnego tematu badań, postawienie właściwych celów oraz tez badawczych.
2. Przeprowadzenie szerokiej dyskusji w zakresie uwarunkowań zastosowania technologii CIPP, metod obliczeniowych i badawczych.
3. Opracowanie oryginalnego programu badań laboratoryjnych dla różnych typów przewodów rurowych z uwzględnieniem ich specyfiki, które zmierzały do ustalenia wpływu adhezji lub jej braku oraz wpływu szorstkości na parametry statyczno-wytrzymałościowe przewodów poddawanych rehabilitacji.
4. Opracowanie schematów uszkodzeń przewodów i powłok rehabilitacyjnych w zależności od ich typu na podstawie obserwacji wizualnych.
5. Przygotowanie metody porównania (standaryzacji) próbek, która pozwoliła na uniezależnienie się od interpretacji fizycznej (wymiarowej) wyników badań.
6. Opracowanie modeli regresji dla ośmiu grup przewodów współdziałających z powłokami autonomicznymi i adhezyjnymi w celu wychwycenia zależności występujących pomiędzy grubością powłoki a znormalizowaną wytrzymałością na zgniatanie i sztywnością obwodową.
7. Sformułowanie modelu obliczeniowego na podstawie przeprowadzonych badań własnych, który umożliwia określenie współczynnika redukującego grubość powłoki K_M dla różnych typów rur.
8. Przygotowanie algorytmu postępowania przy wyznaczaniu wartości wymaganej grubości powłoki rehabilitacyjnej w celu jej implementacji w stosowanych metodach obliczeniowych.
9. Przeprowadzenie dyskusji wyników, która w pełni odzwierciedla zakres, cel i osiągnięte rezultaty badań, a także opracowanie wniosków końcowych. Przeprowadzona przez Doktoranta analiza potwierdza posiadanie przez niego umiejętności analitycznego myślenia, wyboru najistotniejszych informacji oraz jasność ich formułowania.



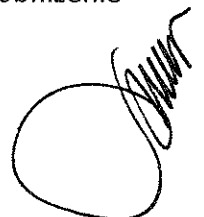
4. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

4.1. Uwagi dotyczące redakcji rozprawy

Rozprawa doktorska została przygotowana pod względem redakcyjnym w sposób profesjonalny, zgodnie z przyjętymi regułami wydawniczymi. Jest ona napisana zrozumiałym językiem zgodnie z obowiązującą terminologią i jest przejrzysta pod względem graficznym. Nie wnoszę uwag krytycznych do redakcji rozprawy.

4.2. Uwagi merytoryczne (dyskusyjne)

1. Tytuł rozprawy („Parametry rur kanalizacyjnych *po ich bezwykopowej* rehabilitacji powłokami epoksydowymi utwardzanymi in situ”) w moim odczuciu może sugerować czytelnikowi, że badaniom zostały poddane przewody, które wcześniej były poddane rehabilitacji metodami bezwykopowymi (przewody pozyskane do badań poprzez ich odkrycie), tymczasem badaniom poddano przewody nowe, które nie są instalowane w gruncie. Uważam, że korzystniejsze byłoby sformułowanie „Parametry rur kanalizacyjnych *poddanych* rehabilitacji powłokami epoksydowymi utwardzanymi in situ”.
2. W pracy (rozdział 7.4) dokonano teoretycznej analizy wpływu działania parcia wody gruntowej, która dostała się do szczeliny obwodowej pomiędzy rehabilitowaną rurą, a powłokę w miejscu połączenia kielichowego. W wyniku tego na obu końcach szczeliny obwodowej powstaje reakcja w postaci siły tnącej. Przewody kanalizacyjne w obrębie połączeń kielichowych nie przenoszą jednak obciążeń powstałych w wyniku działania osiowych sił rozciągających. Obserwuje się, że w wyniku działania wody gruntowej, osunięć gruntu, niewystarczającego zagęszczenia materiału podsypki lub innych zjawisk zachodzących w obrębie przewodu występują procesy, których efektem jest rozsuwanie się połączeń kielichowych i pojawienie się sił rozciągających w ich obrębie, które potencjalnie mogą działać również na powłokę rehabilitacyjną. Jak w takim przypadku zdaniem Doktoranta będzie zachowywać się powłoka rehabilitacyjna w miejscu połączenia kielichowego. Proszę o zwięzły komentarz takiego przypadku.
3. Biorąc pod uwagę bardzo interesujące wyniki badań uzyskane przez Doktoranta, których celem jest rozwój teorii wymiarowania powłok rehabilitacyjnych, a także doceniając ich aplikacyjny charakter uważam, że wskazane byłoby w pracy odniesienie się choćby w sposób symboliczny do zagadnień efektywności finansowej technologii CIPP w aspekcie uzyskanych wyników. W związku z powyższym, proszę o przedstawienie w trakcie obrony podstawowych informacji o potencjalnych możliwościach poprawy efektywności finansowej technologii powłok epoksydowych w związku z możliwościami ograniczenia ich grubości (wpływu wyników na obniżenie nakładów finansowych na realizację prac rehabilitacyjnych).



5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Na podstawie analizy przedstawionej mi do oceny rozprawy doktorskiej, a w szczególności postawionych przez Doktoranta celów, zakresu, tez, zastosowanych narzędzi badawczych, przeprowadzonych badań, analizy i dyskusji otrzymanych wyników stwierdzam, że mgr inż. Kamil Mogielski rozwiązał zadanie naukowe posiadające istotne znaczenie praktyczne. Zaprezentowany przez Doktoranta warsztat badawczy, sposób wnioskowania naukowego oraz oryginalne podejście do tematu potwierdzają jego dojrzałość oraz predyspozycje do pracy naukowej.

Doktorant porusza się w sposób swobodny w tematyce przedmiotu rozprawy doktorskiej i posiada istotną wiedzę w tym zakresie.

Założony cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty z wykorzystaniem odpowiednio do tego zastosowanych nowoczesnych narzędzi badawczych oraz szerokiego zakresu przeprowadzonych badań.

Uzyskane wyniki, co warto podkreślić, mają znaczenie praktyczne i rozwijają teorię związaną z technologiami rehabilitacji stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych. Wynik badań pokazują istotne trendy i zachowania się rehabilitowanych przewodów. Wskazane byłoby w przyszłości rozwinięcie tych badań, rozszerzając ich zakres na przewody o większych wymiarach poprzecznych oraz ewentualnie o innych kształtach.

Autor rozprawy wykazał się umiejętnościami planowania, przygotowywania i realizacji badań doświadczalnych, a także analizy wyników i formułowania wniosków.

Opracowane przez Doktoranta przykłady obliczeniowe dobrze ilustrują praktyczne możliwości wykorzystania wyników, a ich adaptacja do metod obliczeniowych powodują, że mogą stać się procedurami uniwersalnymi i posiadać znaczenie dla prac projektowych realizowanych nie tylko w kraju, ale również za granicą z wykorzystaniem tych metod.

Reasumując, uważam że przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska posiada zarówno istotne walory naukowe, jak i praktyczne. Została ona zrealizowana na wysokim poziomie badawczym, a osiągnięte wyniki stanowią oryginalny wkład Autora do unowocześnienia procedur obliczeniowych powłok adhezyjnych w rehabilitacji przewodów kanalizacyjnych.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Kamila Mogielskiego pt. "Parametry rur kanalizacyjnych po ich bezwykopowej rehabilitacji powłokami epoksydowymi utwardzanymi in situ" spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 14.03.2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki" (Dz.U. Nr 65, poz. 595 z późn. zm.). W związku z tym, stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

