

Dr hab. inż. Marek Pszczoła, prof. PG
Katedra Inżynierii Transportowej
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechnika Gdańska
ul. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk

Gdańsk, 11.01.2024 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Joanny Bartos pt.:

**„Wpływ dodatku WMA i wosku syntetycznego na właściwości
lepiszczy drogowych”**

Promotor pracy: dr hab. inż. Anna Chomicz-Kowalska - prof. PŚk

Promotor pomocniczy: dr inż. Krzysztof Maciejewski

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Świętokrzyskiej nr 27/2023, która została podjęta na posiedzeniu Rady w dniu 25 października 2023 r. w sprawie wyznaczenia recenzentów, egzaminów doktorskich oraz powołania składu komisji egzaminacyjnych w przewodzie doktorskim Pani mgr inż. Joanny Bartos.

Podstawą formalną wykonania recenzji jest art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2018 poz. 1669, z późn. zm.), art. 14 ust. 2 pkt. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tj. Dz. U. z 2017 r., poz. 1789, ze zm.) oraz § 3 ust. 1 pkt 1 i § 6 ust. 1 Rozporządzenia 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 2018 r. poz. 261 ze zm.).

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska w formie monografii pt. „Wpływ dodatku WMA i wosku syntetycznego na właściwości lepiszczy drogowych” przygotowana przez Panią mgr inż. Joannę Bartos na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej w ramach dyscypliny naukowej: inżynieria lądowa, geodezja i transport, dziedzina nauk: nauki inżynieryjno-techniczne. Praca została przygotowana pod kierunkiem Pani Promotor dr hab.

inż. Anny Chomicz-Kowalskiej, prof. Politechniki Świętokrzyskiej oraz promotora pomocniczego dr inż. Krzysztofa Maciejewskiego.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Joanny Bartos dotyczy problematyki związanej z oceną wpływu dodatków do asfaltów w postaci organosilanowego dodatku WMA i wosku polietylenowego na właściwości reologiczne oraz funkcjonalne lepiszczy asfaltowych. Ocena wpływu dodatków jest szczególnie istotna w wysokich temperaturach technologicznych oraz w temperaturach eksploatacyjnych nawierzchni drogowych obejmując etap produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej i jej użytkowania w nawierzchni drogowej. Recenzowana rozprawa, wydana drukiem w formie monografii składa się z 5 zasadniczych rozdziałów, poprzedzonych stroną tytułową, stroną zawierającą podziękowania, spisem treści, wykazem skrótów i oznaczeń najczęściej stosowanych w rozprawie, a także streszczeniem w języku polskim oraz angielskim. Praca kończy się spisem bibliografii (łącznie 243 przywołane pozycje literatury), spisem norm (19 pozycji normowych), załącznikiem zawierającym 32 tabele ze szczegółowymi wynikami badań i analiz oraz spisami tabel i rysunków. Łącznie recenzowana rozprawa doktorska obejmuje 201 stron maszynopisu.

W rozdziale pierwszym zatytułowanym „Wstęp” Autorka rozpoczęła dyskusję naukową od wprowadzenia w tematykę pracy oraz uzasadnienia zainteresowania się problemem związanym z właściwościami mieszanek mineralno-asfaltowych produkowanych w technologii na ciepło WMA (ang. Warm Mix Asphalt) szczególnie w okresie bezpośrednio po oddaniu nawierzchni do eksploatacji. Ze względu na niezwykle szeroki aspekt poznawczy problemu Autorka skupiła się na właściwościach lepiszcza asfaltowego, które istotnie wpływa na właściwości docelowej mieszanki mineralno-asfaltowej. Zawężenie badań i analiz do właściwości lepiszczy asfaltowych jest uzasadnione biorąc pod uwagę wymagany zakres pracy doktorskiej, niemniej jednak wskazana byłaby kontynuacja badań w celu potwierdzenia przyjętych tez w skali mieszanki mineralno-asfaltowej. Po krótkim wprowadzeniu uzasadniającym wybór tematyki rozprawy doktorskiej Autorka sformułowała dwie tezy pracy.

W rozdziale pierwszym Autorka przedstawiła także podstawowy cel pracy doktorskiej, którym była ocena wpływu zastosowania dwóch dodatków na właściwości asfaltu drogowego i asfaltu modyfikowanego. W ramach przedstawionego zakresu badań podany został szczegółowy spis wszystkich zastosowanych metod badawczych.

Rozdział drugi zawiera przegląd literatury analizowanego zagadnienia z podziałem na charakterystykę lepiszczy asfaltowych stosowanych współcześnie w drogownictwie, ze szczególnym uwzględnieniem dodatków do asfaltów, właściwości funkcjonalnych, a także wpływu starzenia technologicznego (czyli krótkoterminowego) i starzenia eksploatacyjnego (długoterminowego). W rozdziale drugim omówiono technologie wytwarzania mieszanek

mineralno-asfaltowych w obniżonych temperaturach technologicznych WMA oraz właściwości dodatków stosowanych do lepiszczy asfaltowych w technologii WMA. Rozdział kończy się podsumowaniem oraz wskazaniem dodatków, które zdaniem Doktorantki spełniają założenia wynikające z celu oraz tezy rozprawy doktorskiej. W uzasadnieniu Autorka podała, że na podstawie przeprowadzonych studiów literatury nie stwierdzono ani jednego przykładu jednoczesnego stosowania wosku polietylenowego oraz dodatku organosilanowego WMA, co uzasadnia konieczność przeprowadzenia badań i analiz. Wytypowany został organosilanowy dodatek o nazwie handlowej Zycotherm oraz wosk polietylenowy o nazwie handlowej Titan 7205.

W rozdziale trzecim przedstawiono plan badań oraz opisano zastosowane metody badań laboratoryjnych. Badania zostały podzielone na dwa etapy. W etapie 1 zawarto badania laboratoryjne podstawowych właściwości lepiszczy asfaltowych, natomiast w etapie 2 badania właściwości reologicznych lepiszczy. Dobór metod badawczych jest prawidłowy i pozwala na ocenę zastosowanych dodatków w szerokim zakresie temperaturowym, przy uwzględnieniu starzenia technologicznego i eksploatacyjnego asfaltów. Cennym elementem rozdziału 3 jest szczegółowe przedstawienie planu badań uwzględniającego wszystkie kombinacje lepiszcza i stosowanych dodatków, a także wytłumaczenie systemu stosowanych oznaczeń w pracy. Pozwala to w stosunkowo łatwy i czytelny sposób zidentyfikować badane lepiszcza asfaltowe, dodatki oraz metody starzenia asfaltów. Zastosowany system oznaczeń jest szczególnie przydatny podczas oceny analizy wyników badań, która została przedstawiona w rozdziale 4. W dalszej części rozdziału 3 podano właściwości dwóch przyjętych do badań lepiszczy asfaltowych: asfaltu drogowego 50/70 oraz asfaltu modyfikowanego polimerem SBS, PmB 45/80-55, a także metodykę badań laboratoryjnych. Na zakończenie tego rozdziału przedstawiono przyjęte założenia do analizy statystycznej uzyskanych wyników badań laboratoryjnych z podziałem na analizę istotności różnic oraz optymalizację zawartości dodatków.

Zasadniczym dla rozprawy doktorskiej, a jednocześnie najbardziej rozbudowanym rozdziałem jest rozdział 4 zawierający część eksperymentalno-doświadczalną wraz z analizą statystyczną. Rozdział ten obejmuje 94 strony i stanowi ponad 50% objętości podstawowej części rozprawy doktorskiej (tzn. części pracy bez załącznika i spisów tabel oraz rysunków). Przedstawienie wyników badań oraz ich analiza dla każdej zastosowanej metody badawczej została wykonana według zbliżonego schematu. W pierwszej kolejności Autorka przedstawiła średnie wartości wyników badań danej cechy asfaltów dla różnych zawartości dodatków. Następnie uzyskane wyniki poddawano ocenie statystycznej z wykorzystaniem analizy wariancji (ANOVA) i następowała analiza uzyskanych rezultatów. Zastosowany sposób analizy wyników badań jest bardzo przejrzysty i czytelny, co niewątpliwie jest mocną stroną recenzowanej pracy. Bardzo dobrym rozwiązaniem było także zastosowanie podsumowań

analiz wyników badań pogrupowanych na badane cechy lepiszczy asfaltowych, np. podsumowaniem wyników badań podstawowych, czy też podsumowanie wyników badań trwałości zmęczeniowej. Kolejnym cennym elementem rozprawy doktorskiej jest przeprowadzona optymalizacja składu badanych lepiszczy asfaltowych z dodatkami. Została ona wykonana z wykorzystaniem funkcji użyteczności Derringera. Obliczono użyteczności cząstkowe dla każdej zawartości dodatków i na tej podstawie wyznaczono indeksy użyteczności uwzględniając modele statystyczne. Pewien niedosyt recenzenta wzbudził natomiast brak szczegółowych wyników badań właściwości niskotemperaturowych asfaltów z dodatkami w reometrze zginanej belki BBR. Przedstawiono wyniki sztywności pełzania S i podatności pełzania, parametr m -value dla temperatury krytycznej, tzn. dla temperatury, w której sztywność pełzania osiąga wartość 300 MPa, natomiast parametr m -value jest równy 0,3. W opisie metodyki badania BBR podano, że ocena właściwości niskotemperaturowych w teście pełzania została przeprowadzona w 4 temperaturach ujemnych: -6°C , -12°C , -18°C oraz -24°C . Zdaniem recenzenta przedstawienie wyników badań pełzania z testu BBR w poszczególnych niskich temperaturach jest istotne w kontekście uzyskanych wartości temperatury łamliwości Fraassa, gdzie stwierdzono, że zastosowanie dodatku A i B wpłynęło na wzrost wartości temperatury łamliwości. Dodatkowo, jak wynika z przeprowadzonych przez Autorkę studiów literatury, zastosowanie wosku polietylenowego powoduje zwiększenie podatności na spękania niskotemperaturowe.

W rozdziale piątym Autorka przedstawiła 7 wniosków ogólnych oraz sformułowała 8 wniosków szczegółowych. Rozdział ten został zakończony jednym zdaniem podsumowującym, w którym stwierdzono, że zrealizowany program badawczy potwierdził słuszność stawianych hipotez dotyczących wpływu jednoczesnego stosowania obydwu analizowanych dodatków na właściwości lepiszczy asfaltowych 50/70 oraz 45/80-55.

Dosyć zaskakującym w recenzowanej rozprawie doktorskiej jest brak jakichkolwiek informacji dotyczących możliwych kierunków dalszych prac badawczych. W opinii recenzenta praca naukowa, jaką bez wątplenia jest praca doktorska, powinna zawierać takie rozważania. Stanowią one cenny wkład w rozwój naukowy danej dziedziny wiedzy.

4. Ocena wkładu rozprawy do aktualnego stanu wiedzy w dziedzinie nauk technicznych

Rozwój technologii sprzyjających ochronie środowiska naturalnego staje się coraz pilniejszym wymogiem w drogownictwie. Dlatego zainteresowanie się Autorki zagadnieniami związanymi z technologią produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych w obniżonych temperaturach, czyli tzw. mieszanek WMA (ang. Warm Mix Asphalt) jest właściwe i pożądane. Recenzowana praca doktorska dotyczy aktualnego i ważnego zagadnienia. Obniżenie temperatury produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych może zostać osiągnięte poprzez zastosowanie różnego rodzaju dodatków do lepiszczy asfaltowych lub bezpośrednio do

mieszanek, wykorzystanie technologii spieniania lepiszcza oraz stosowanie emulsji asfaltowych stosując technologię produkcji na zimno (bez podgrzewania lepiszcza i kruszywa). Zagadnienia te są szczegółowo analizowane i rozwijane w literaturze światowej. Także w Polsce już od wielu lat prowadzone są badania związane z wdrażaniem mieszanek mineralno-asfaltowych produkowanych w technologii WMA. Zespół z Politechniki Świętokrzyskiej, od wielu lat z sukcesem rozwija te technologie i jest rozpoznawalny w tej dziedzinie zarówno w Polsce, jak i na świecie. Autorka rozprawy doktorskiej w sposób kompleksowy przeprowadziła ocenę zastosowania dodatków do dwóch asfaltów 50/70 i modyfikowanego elastomerem SBS asfaltu 45/80-55, które są najczęściej stosowane w Polsce do warstw ścieralnych nawierzchni drogowych. Celem działania wytypowanych dodatków do asfaltu jest zarówno obniżenie temperatury produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych, jak i poprawa właściwości wysokotemperaturowych mieszanki, a także jej urabialności. Spośród najważniejszych, zdaniem recenzenta, elementów rozprawy doktorskiej stanowiących istotny wkład Doktorantki do aktualnego stanu wiedzy w dziedzinie nauk technicznych należy zaliczyć:

1. Analizę możliwości jednoczesnego stosowania dodatku organosilanowego oraz wosku polietylenowego do asfaltu w warunkach uwzględniających procesy starzenia lepiszcza i z wykorzystaniem zaawansowanych metod badawczych.
2. Analizę i optymalizację składu badanych lepiszczy asfaltowych z zastosowanymi dodatkami pod kątem najlepszych pożądanych parametrów, jako aspekt aplikacyjny i wdrożeniowy.

Niestety pomimo uzyskania obiecujących wyników badań oraz przeprowadzonych interesujących analiz Doktorantka nie sformułowała kierunków dalszych prac wykorzystujących zebrane doświadczenia. Zdaniem recenzenta ten brak powinien zostać uzupełniony podczas publicznej obrony pracy doktorskiej.

5. Ocena doboru tematu, celów i tezy rozprawy doktorskiej

Dobór tematu pracy doktorskiej jest właściwy i odpowiada treści rozprawy. Układ pracy jest odpowiedni i dobrze przedstawia rozwiązanie problemu naukowego. Przedstawiony cel rozprawy znalazł odniesienie w przeprowadzonych, szczegółowych badaniach laboratoryjnych oraz analizach statystycznych. Został on zrealizowany w sposób skuteczny i pełny, przy zastosowaniu narzędzi i metod badawczych oraz analitycznych. Na podstawie przeprowadzonych studiów literatury oraz wcześniejszych doświadczeń Doktorantki sformułowane zostały dwie tezy rozprawy doktorskiej o następującym brzmieniu:

Teza 1: „Obecność organosilanowego dodatku WMA wpływa na efekty zastosowania dodatku poprawiającego właściwości wysokotemperaturowe (wosku polietylenowego), również w aspekcie starzenia technologicznego i eksploatacyjnego asfaltu drogowego 50/70 i modyfikowanego polimerami 45/80-55” oraz

Teza 2: „Zastosowanie do asfaltu drogowego 50/70 oraz modyfikowanego polimerami 45/80-55 jednocześnie dodatku organosilanowego WMA i wosku polietylenowego powoduje w wyniku synergii ich oddziaływania, poprawę właściwości tych lepiszczy.”.

Zdaniem recenzenta przedstawione tezy pracy nie są w pełni zrozumiałe i w pewnym zakresie się pokrywają. Być może warto było sformułować jedną tezę obejmującą swoim zakresem treść obydwu sformułowanych tez. Niemniej jednak należy wyraźnie podkreślić, że zaproponowane tezy pracy posiadają walor aplikacyjny, który stwarza możliwość szerszego stosowania zaproponowanych dodatków. Potrzebna byłaby jednakże weryfikacja uzyskanych wniosków w skali mieszanek mineralno-asfaltowych.

6. Ocena szczegółowa rozprawy doktorskiej

Ocena rozprawy doktorskiej została przedstawiona w dwóch częściach. Część pierwsza stanowi ocenę merytoryczną w odniesieniu do szczegółowych uwag wraz z ich uzasadnieniem. Z kolei w części drugiej przedstawiono szczegółowe uwagi redakcyjne, stylistyczne oraz formalne.

6.1. Ocena i uwagi merytoryczne

- 1) Str. 12, akapit 2: Autorka podała, że „Długotrwałe oddziaływanie na nawierzchnię drogową obciążeniami pochodzącymi od ruchu pojazdów samochodowych i temperatury otoczenia, może powodować w nawierzchniach występowanie: kolein, obniżenia trwałości zmęczeniowej i spękań niskotemperaturowych”. Zdaniem recenzenta Doktorantka zastosowała zbyt daleko idący skrót myślowy. Przykładowo, deformacje trwałe nawierzchni (koleiny) mogą się pojawić na skutek długiego czasu obciążenia i odpowiednio wysokiej temperatury. Obniżenie trwałości zmęczeniowej nawierzchni nie jest bezpośrednio związane z długością czasu obciążenia, natomiast wielkość temperatury i czasu obciążenia wpływają łącznie na moduł sztywności warstwy asfaltowej. Długość czasu obciążenia pojazdów nie ma wpływu na powstawanie spękań niskotemperaturowych. Podobnie sama długość oddziaływania niskiej temperatury jest mniej istotna niż wielkość tej niskiej temperatury oraz prędkość chłodzenia. Długotrwałe oddziaływanie na nawierzchnię drogową odpowiednio niskiej, zimowej temperatury może powodować powstanie spękań niskotemperaturowych o charakterze zmęczeniowym. W każdym innym przypadku spękania niskotemperaturowe są powodowane przez mechanizm intensywnego pojedynczego spadku temperatury. Proszę o komentarz.
- 2) Str. 22 i str. 32 zastosowano błędne tłumaczenie badania zmęczenia w teście LAS (ang. Linear Amplitude Sweep Test), jako „test liniowego przemiataania amplitudą”. Badanie polega na cyklicznym skręcaniu próbki lepiszcza asfaltowego w reometrze dynamicznego

ścinania (DSR) ze stałą częstotliwością 10 Hz i stopniowym wzrostem amplitudy odkształceń w zakresie od 0,1% do 30%. Nie jest to przemiatanie amplitudą.

- 3) Str. 38: Proszę o wytłumaczenie stwierdzenia: „Wynika to częściowo ze znacząco różnych właściwości CMA i HMA, ponieważ CMA jest krucha natychmiast po ułożeniu i wymaga okresu dojrzewania.” Cechę materiału taką jak kruchość należy rozumieć, jako właściwość fizyczną polegającą na pękaniu (kruszeniu się) pod wpływem działającej siły. CMA natychmiast po ułożeniu bardziej przypomina mieszankę niezwiązaną.
- 4) Str. 80-81: Czy mogłaby Pani skomentować wyniki badań zmęczeniowych LAS uzyskane przy wartości odkształcenia 1% i 2,5%? Wątpliwość recenzenta budzą dwie kwestie: a) dlaczego trwałość zmęczeniowa asfaltu drogowego 50/70 badanego przy odkształceniu 1% i dla kombinacji dodatków jest istotnie wyższa od trwałości zmęczeniowej uzyskanej dla asfaltu modyfikowanego polimerami i także z różną kombinacją dodatków; b) dlaczego sytuacja się odwraca już przy poziomie odkształcenia 2,5%? Przy tak niskich poziomach odkształceń w teście LAS należałoby oczekiwać większych wartości trwałości zmęczeniowych dla asfaltu modyfikowanego polimerami.
- 5) W wielu przypadkach podczas analizy wyników badań przedstawionych w rozdziale 4 Autorka stwierdza, że dany dodatek lub kombinacja dodatków powoduje wzrost lub spadek danej cechy, która jest badana. Brak jest natomiast komentarza, jak to może wpływać na rzeczywiste zachowanie lepiszcza asfaltowego, np. wydłużenie lub skrócenie czasu pracy nawierzchni, większą lub mniejszą podatność na koleinowanie itp. Przeprowadzona analiza jest bardzo schematyczna, natomiast przygotowane podsumowania poszczególnych etapów badań bardziej zostały wykonane, jako przekopiowanie wniosków cząstkowych, niż głębsza analiza grupy badanych cech materiału. Dotyczy to praktycznie każdego podsumowania. Oczywiście bardzo dobrze, że takie podsumowania zostały wykonane.
- 6) Na rysunku 4.44, str. 126 przedstawiła Pani zależność badanych lepiszczy asfaltowych od parametru ΔT_c . Interpretacja tego parametru jest taka, że czym niższa uzyskana wartość ΔT_c , tym większa spodziewana podatność lepiszczy asfaltowych na spękania niskotemperaturowe. Zgodnie z wynikami badań, jakie zostały opublikowane przez firmę Orlen Asfalt w Poradniku Asfaltowym (2021), obydwie badane w rozprawie doktorskiej asfalty uzyskały zbliżoną wartość parametru ΔT_c na poziomie -1,7. Czy nie zwrócił Pani uwagi fakt, że na przedstawionym rys. 4.44, w przypadku asfaltów bazowych, badanych bez dodatków obliczona wartość parametru ΔT_c dla asfaltu drogowego 50/70 wyniosła +0,1, natomiast dla asfaltu PmB 45/80-55 wyniosła ona -1,1? Wskazywałoby to na istotnie gorsze właściwości asfaltu drogowego w porównaniu do asfaltu modyfikowanego polimerami. Czy mogłaby Pani skomentować to spostrzeżenie? Nie pamiętam, aby w pracy podano źródła pochodzenia badanych asfaltów, ale mogą one mieć wpływ.

6.2. Uwagi redakcyjne i formalne

Recenzowana rozprawa doktorska została napisana w sposób ogólnie poprawny. Praca jest czytelna oraz zrozumiała. Styl i terminologia zastosowana w pracy są poprawne. Występują nieliczne błędy składni i stylu. Szczegółowe ważniejsze uwagi redakcyjne i formalne są następujące:

- 1) Str. 9, Summary, wiersz 9: „The paper contains....”.
- 2) Str. 10, Wprowadzenie: “(...) których zazwyczaj jest od 4 do 6% stanowi lepiszcze asfaltowe (...)”. Powinno być: od 4 do 6% wagowo.
- 3) Str. 11, akapit 2 oraz str. 36: Podana informacja o podgrzewaniu asfaltu do temperatury 160-230°C jest nieprecyzyjna i może wprowadzać w błąd. Zgodnie z normą PN-EN 12591 temperatura 230°C może być już temperaturą zapłonu np. asfaltu 50/70. W przypadku bardziej miękkich asfaltów temperatura zapłonu może występować już w 220°C.
- 4) Str. 12, akapit 3: Autorka powołuje się na rys. 2.3, który można odnaleźć dopiero 8 stron dalej, na str. 20.
- 5) Str. 17, Tytuł rozdziału 2.1.2. to: „Charakterystyka dodatków polimerowych stosowanych do lepiszczy asfaltowych”. W rozdziale tym zawarto także informacje o woskach naturalnych, które jako takie nie są dodatkami polimerowymi.
- 6) Str. 21, Jest: „Test MSCR wykonuje się w reometrze bezpośredniego ścinania DSR, (...)”. Powinno być: „Test MSCR wykonuje się w reometrze dynamicznego ścinania DSR (...)”.
- 7) Str. 25, jest: „produkcji w otaczarni”, powinno być: „produkcji w Wytwórni mieszanek mineralno-asfaltowych.
- 8) W pracy występują powtórzenia, np. na str. 38 podano informacje dotyczące WMA, które potem powtarzają się na str. 47 i 48.
- 9) Str. 45, akapit 3: niedokończona myśl: „Sformułowano następujące wnioski, że dozowanie Zycotherm powoduje, że wartości stabilności mieszanek Marshalla.”
- 10) Str. 48 i 49 Podsumowanie przeglądu literatury: W podsumowaniu przeglądu literatury, w wyniku którego dokonano wyboru dwóch dodatków do asfaltów, czyli Titan 7205 oraz Zycotherm zbyt mało uwagi poświęcono wpływowi tych dodatków na właściwości niskotemperaturowe asfaltów i docelowo mieszanek mineralno-asfaltowych. Zdaniem recenzenta ten aspekt powinien być lepiej opisany ze względu na temperatury zimowe, jakie mogą wystąpić w Polsce.
- 11) Str. 59, w opisie metodyki badania w reometrze zginanej belki BBR powinny być podane temperatury badania tzn. -6°C, -12°C, -18°C oraz -24°C. Ta informacja znalazła się wprawdzie w opisie planu badań na str. 51, jednak zabrakło jej w metodyce badania. Na str. 59 zabrakło także informacji z opisem metodyki obliczania parametru ΔT_c , który służy

do oceny podatności lepiszczy asfaltowych na spękania niskotemperaturowe. Wyniki obliczeń parametru ΔT_c zostały podane w rozdziale 4 pracy.

- 12) Str. 138, akapit 3: „(...) oprócz iloczynu A i B po starzeniu (...)”. Jaki iloczyn miała Pani na myśli?
- 13) W przedstawionym spisie bibliografii stwierdzono sporo błędów literowych oraz powtórzenia publikacji, np. poz. [29] jest identyczna z poz. [103], poz. [66] jest identyczna z poz. [123], w poz. [11] jest: „5070”, powinno być: „50/70”; w poz. [31] jest: „FTIT”, powinno być: „FTIR”; w poz. [35] jest: „sfer”, powinno być: „stref”; w poz. [37] jest: „Wydawnictow”, powinno być: „Wydawnictwa”; poz. [63] jest: „krótkotrrminowego”, powinno być: „krótkoterminowego”.
- 14) W przypadku przywoływania źródeł internetowych oprócz adresu z wyszukiwarki powinna być podana data dostępu.

7. Podsumowanie oceny pracy

Na podstawie przeprowadzonej oceny rozprawy doktorskiej stwierdzam, że Autorka podjęła się ważnego i jednocześnie złożonego zadania związanego z oceną zastosowania dodatków w postaci wosku polietylenowego oraz środka obniżającego temperaturę produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych. Realizacja założonego celu pracy wymagała zarówno przeprowadzenia studiów literatury i starannego zaplanowania badań uwzględniających wpływ starzenia, ale również wiązała się z koniecznością wykorzystania różnorodnych i nieraz bardzo zaawansowanych metod badawczych. Na szczególną uwagę zasługuje sprawność posługiwania się aparatem statystycznym oraz wykorzystanie modeli w celu optymalizacji udziału dodatków do asfaltów. Pomimo przedstawionych w niniejszej recenzji uwag, czy też niejasności wymienionych powyżej, dobrze oceniam zakres oraz wykonanie rozprawy doktorskiej. Autorka wykazała się wysokim poziomem ogólnej wiedzy teoretycznej. Ponadto stwierdzam, że uzyskane przez Doktorantkę oryginalne wyniki badań laboratoryjnych oraz analiz teoretycznych potwierdzające udowodnienie postawionej tezy badawczej oraz oryginalne rozwiązanie problemu naukowego można uznać za wymierny wkład do stanu wiedzy w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

8. Wniosek końcowy

Recenzent stwierdza, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa Pani mgr inż. Joanny Bartos pt. „Wpływ dodatku WMA i wosku syntetycznego na właściwości lepiszczy drogowych” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. *Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. poz.

1669) oraz na podstawie 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.). Doktorantka posiada odpowiednią wiedzę teoretyczną oraz umiejętności prowadzenia samodzielnej pracy naukowej.

Wobec powyższego wnoszę o przyjęcie recenzowanej rozprawy doktorskiej, jako podstawy do nadania Pani mgr inż. Joannie Bartos stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport i dopuszczenie rozprawy doktorskiej do publicznej obrony przed Komisją powołaną przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa Geodezja i Transport Politechniki Świętokrzyskiej.



.....
Dr hab. inż. Marek Pszczoła, prof. PG

Recenzja zgodne z wymogami

DYREKTOR NAUKOWY DYSCYPLINY
Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport



prof. dr hab. inż. Jerzy Wawrzeńczyk