

Prof. dr hab. inż. Marek Iwański
Katedra Inżynierii Komunikacyjnej
Wydział Budownictwa i Architektury
Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach
Al. Tysiąclecia P.P. 7
25-314 Kielce
e-mail: miwanski@tu.kielce.pl

Kielce, dn. 13.06.2023 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Krzysztofa Kołodzieja**
pt.: „**Odporność na deformacje trwale asfaltu lanego z lepiszczem modyfikowanym
asfalem naturalnym**”

Promotorem pracy doktorskiej jest Pan prof. dr hab. inż. Tomasz Siwowski, a promotorem pomocniczym Pan dr inż. Lesław Bichajło. Rozprawa została opracowana w Politechnice Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza w dyscyplinie naukowej – inżynieria lądowa, geodezja i transport, w dziedzinie – nauki inżynieryjno-techniczne.

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzję opracowano na podstawie pisma z dnia 13.04.2023 r. Pana prof. dr hab. inż. Tomasza Siwowskiego – Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport. Recenzję opracowano zgodnie z wymaganiami art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 poz.574, z późn. zm.).

2. Ocena rozprawy

2.1. Ogólna charakterystyka pracy

Przedstawiona do recenzji praca doktorska ma charakter pracy badawczej. Rozprawa została przedstawiona w formie klasycznej rozprawy naukowej na 245 stronicach, które obejmują część zasadniczą składającą się z 6 rozdziałów i wniosków (łącznie 81 strony) oraz bibliografii wraz z wykazem norm (8 stron) jak również załączników (156 stron).

Przekazana do recenzji rozprawa doktorska stanowi zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie 6 artykułów naukowych:

- [1] Kołodziej, K., Bichajło, L., Siwowski, T. (2022a). Asphalt lany w nawierzchni drogowych obiektów mostowych. *Drogownictwo* (5), strony 146-154,
- [2] Kołodziej, K., Bichajło, L., Siwowski, T. (2021a). Experimental Study on Physical and Rheological Properties of Trinidad Lake Asphalt Modified Binder. *Applied Sciences* (11), pp. 1-15 <https://doi.org/10.3390/app11062796>,
- [3] Kołodziej, K., Bichajło, L., Siwowski, T. (2021b). Effects of Aging on the Physical and Rheological Properties of Trinidad Lake Asphalt Modified Bitumen. *Materials* (14), pp. 1-18. <https://doi.org/10.3390/ma14102532>,
- [4] Kołodziej, K., Bichajło, L., Siwowski, T. (2021c). Influence of composition and properties of mastic with natural asphalt on mastic asphalt mixture resistance to permanent

deformation. Roads and Bridges - Drogi i Mosty (20), pp. 57-73.
<http://dx.doi.org/10.7409/rabdim.021.004>,

- [5] Kołodziej, K., Bichajło, L., Siwowski, T. (2021d). The Influence of Zero Shear Viscosity of TLA-Modified Binder and Mastic Composition on the Permanent Deformation Resistance of Mastic Asphalt Mixture. Materials (14), pp. 1-20.
<https://doi.org/10.3390/ma14185167>,
- [6] Kołodziej K, Bichajło L, Siwowski T. (2022b) Resistance To Permanent Deformation of the TLA-Modified Mastic Asphalt Mixture Based on Static and Dynamic Indentation. Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture(690), pp. 27-44.
<https://doi.org/10.7862/rb.2022.3>

Na wstępie podano najważniejsze oznaczenia i skróty stosowane w rozprawie. Następnie przedstawiono streszczenie w języku polskim i angielskim.

Doktorant w oparciu o przegląd literatury opracował program badań laboratoryjnych, który został zrealizowany, a wyniki badań oraz ich analiza zostały przedstawione w poszczególnych rozdziałach.

Wstęp zawiera wprowadzenie w temat rozprawy doktorskiej, który dotyczy nawierzchni na obiektach mostowych oraz wymagań jakie są im stawiane oraz problemów związanych z zagadnieniami materiałowymi mieszanek mineralno-asfaltowych z których wykonywane są warstwy konstrukcji nawierzchni. Dokonano ogólnej charakterystyki asfaltu lanego jako materiału stosowanego w konstrukcji nawierzchni mostowych. Przedstawiono w nim tezy pracy, cel oraz jej zakres.

Doktorant sformułował dwie tezy dotyczące wpływu asfaltu naturalnego Trynidad Epure (TE) na właściwości asfaltu lanego i lepiszcza asfaltowego. Pierwsza dotyczy ograniczenia deformacji trwałych asfaltu lanego w wyniku modyfikacji go asfaltem TE a druga konieczności wykonywania badań reologicznych modyfikowanego lepiszcza. Sformułowane zostały też dwie tezy pomocnicze. Cele pracy zostały sformułowane w trzech punktach, które odzwierciedlają jej charakter. Natomiast w **Zakresie pracy** ogólnie przedstawiono problematykę rozprawy.

W rozdziale 2 (Stan wiedzy w zakresie odporności na deformacje trwałe nawierzchni z asfaltu lanego) Doktorant przedstawił w sposób ogólny zagadnienie dotyczące mechanizmu powstawania deformacji trwałych mieszanek mineralno-asfaltowych. Wskazał czynniki materiałowe i środowiskowe wpływające na powstawanie tego zjawiska w materiale warstw konstrukcji nawierzchni. Następnie zaprezentowane zostały elementy wpływające na właściwości asfaltu lanego. Opisana została rola lepiszcza w asfalcie lanym kształtująca jego właściwości oraz powstawanie zniszczeń w jego strukturze. Wskazano na istotną rolę lepkości zerowego ścinania oraz parametru $G^*/\sin\delta$ lepiszcza na parametry koleinowania WTS_{AIR} i PRD_{AIR} . Przedstawiony został wpływ rodzaju lepiszcza ze względu na jego pochodzenie na właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej. Szczególną uwagę Doktorant zwrócił na rolę jaką odgrywa dodatek asfaltu naturalnego TE na właściwości bazowego asfaltu. Następnie przedstawiona została rola mastyksu jaką odgrywa w kształtowaniu właściwości mieszanki asfaltu lanego. Opisana została metodyka badawcza mastyksu z uwzględnieniem jego właściwości reologicznych. Przedstawiono charakterystykę asfaltu lanego w aspekcie jego odporności na deformacje trwałe jako wypadkową rodzaju lepiszcza, składu mastyksu asfaltowego oraz uziarnienia mieszanki mineralnej. W podsumowaniu Doktorant wskazał na istotne problemy związane z zapewnieniem odpowiedniej odporności na powstawanie deformacji trwałych w asfalcie lanym. Wskazał na te uwarunkowania które mogą wpływać na jej wzrost, zwracając szczególną uwagę na pozytywną rolę jaką może odegrać modyfikacja asfaltu bazowego dodatkiem asfaltu naturalnego TE.

Rozdział 3. Opis badań własnych dotyczy zaproponowanej przez Doktoranta metodyki badania wpływu dodatku asfaltu naturalnego TE na zwiększenie odporności na

deformacje trwałe asfaltu lanego. Część pierwsza planu badań dotyczy ustalenia metodyki badania lepiszcza modyfikowanego a zwłaszcza ustalenia optymalnej ilości dodatku asfaltu naturalnego TE. Jako rekomendowany parametr zaproponowano badanie lepkości zerowego ścinania (ZSV) w temperaturze 40°C, 50°C i 60°C lepiszcza niestarzonego i po starzeniu RTFOT. Następnie w ramach drugiego etapu badań rekomendowano określenie właściwości mastyksu w badaniu ciągliwości z pomiarem siły. Ostatni etap obejmuje badania mieszanki asfaltu lanego. Jako referencyjną przyjęto mieszankę MA 11. Badania wykonano metoda penetracji statycznej oraz penetracji dynamicznej. Zaproponowano równania wiążące ilość dodatku TE lub lepkość zerowego ścinania z głębokością deformacji mastyksu i jego składem (w zależności od metody badawczej). Opracowane równania pozwolą na optymalne zaprojektowanie mieszanki asfaltu lanego w zakresie składu mastyksu jak i optymalnej ilości dodatku TE ze względu na spełnienie wymagań dotyczących odporności jej na koleinowanie. Następnie przedstawione zostały właściwości stosownego w badaniach asfaltu 35/50 oraz asfaltu naturalnego TE. W celu zapewnienia wiarygodności wyników badań Doktorant przedstawił metodykę dotyczącą ich analizy.

W rozdziale 4 (Wyniki badań własnych) została przedstawiona część badawcza rozprawy na podstawie cyklu 5 publikacji, które opisują kolejne etapy badań prowadzące do oceny wpływu dodatku asfaltu naturalnego TE na odporność na deformacje trwałe asfaltu lanego.

Badania właściwości fizycznych i reologicznych lepiszcza asfaltowego z dodatkiem asfaltu naturalnego TE zostały przedstawiane w artykule:

[2] Kołodziej, K., Bichajło, L., Siwowski, T. (2021a). Experimental Study on Physical and Rheological Properties of Trinidad Lake Asphalt Modified Binder. Applied Sciences (11), pp. 1-15 <https://doi.org/10.3390/app11062796>

Doktorant określił wpływ dodatku asfaltu naturalnego TE na podstawie właściwości asfaltu 35/50. Dodatek dozowany był w ilości 10, 20, 30 40 i 50%. Natomiast takie parametry reologiczne jak moduł sztywności i kąt przesunięcia fazowego były analizowane w temperaturze 40°C, 50°C i 60°C. Wykonana została bardzo szczegółowa analiza statystyczna wyników badań.

Ocena wpływu starzenia krótkoterminowego RTFOT na właściwości fizyczne i reologiczne lepiszcza asfaltowego z dodatkiem asfaltu naturalnego TE została przedstawiona w artykule:

[3] Kołodziej, K., Bichajło, L., Siwowski, T. (2021b). Effects of Aging on the Physical and Rheological Properties of Trinidad Lake Asphalt Modified Bitumen. Materials (14), pp. 1-18. <https://doi.org/10.3390/ma14102532>.

Wpływ starzenia na właściwości fizyczne asfaltu 35/50 z dodatkiem TE oceniano na podstawie pozostałej penetracji i przyrostu temperatury mięknięcia. W ramach interesujących badań reologicznych ustalono, że następuje wzrost sztywności lepiszcza z dodatkiem TE po starzeniu krótkoterminowym. Stwierdzono też wzrost modułu sztywności i zmniejszenie wartości kąta przesunięcia fazowego badanego lepiszcza. Zaobserwowano również dla lepkości zerowego ścinania usztywniający wpływ starzenia. W badaniach wykorzystano model Crossa do określenia ZSV, wskazując jednocześnie na niedoskonałości przyjętego rozwiązania. Praca została zakończona wykonaną bardzo szczegółową analizą statystyczną uzyskanych wyników badań.

Kolejna część rozprawy dotycząca wpływu składu i właściwości mastyksu na odporność mieszanki asfaltu lanego, została zaprezentowana na podstawie publikacji:

[4] Kołodziej, K., Bichajło, L., Siwowski, T. (2021c). Influence of composition and properties of mastic with natural asphalt on mastic asphalt mixture resistance to permanent deformation. Roads and Bridges - Drogi i Mosty (20), pp. 57-73. <http://dx.doi.org/10.7409/rabdim.021.004>.

Wyniki badań przedstawiono w dwóch etapach. W ramach pierwszego dokonano oceny wpływu dodatku asfaltu naturalnego TE oraz stosunku wypełniacz/lepiszcza (w/l) na umowną energię przy rozciąganiu lepiszcza tj: energię odkształcenia, sprężystość i plastyczność. W ramach badań dokonywano zmiany stosunku w/l badanego mastyksu w przedziale od 2,00 do 4,0 z krokiem 0,4. Natomiast dodatek TE zmieniał się w zakresie od 0% do 20% z krokiem 10%. Następnie uzyskane oryginalne wyniki badań w sposób graficzny zostały zaprezentowane na rysunku 25. Wykonana została bardzo szczegółowa analiza statystyczna uzyskanych rezultatów oznaczeń za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji ANOVA.

Istotna część rozprawy została przedstawiona w publikacji:

- [5] Kołodziej, K., Bichajło, L., Siwowski, T. (2021d). The Influence of Zero Shear Viscosity of TLA-Modified Binder and Mastic Composition on the Permanent Deformation Resistance of Mastic Asphalt Mixture. *Materials* (14), pp. 1-20. <https://doi.org/10.3390/ma14185167>,

w której analizowano wpływ na lepkości zerowego ścinania lepiszcza dodatku asfaltu naturalnego TE i składu mastyksu. Zaprezentowane zostały wyniki badań odporności na deformacje trwałe mieszanki asfaltu lanego MA11 o różnym stosunku w/l, które uzyskano w czasie penetracji stemplem statycznym i dynamicznym. Wyniki badań zilustrowane zostały na rysunku 27 opisującym deformacje trwałe MA11 w zależności od lepkości zerowego ścinania i stosunku w/l. Wiarygodność uzyskanych analiz potwierdzona została analizą statystyczną rezultatów badań.

Podsumowanie wykonanych przez laboratoryjnych zostało zaprezentowane w publikacji:

- [6] Kołodziej K, Bichajło L, Siwowski T. (2022b) Resistance To Permanent Deformation of the TLA-Modified Mastic Asphalt Mixture Based on Static and Dynamic Indentation. *Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture*(690), pp. 27-44. <https://doi.org/10.7862/rb.2022.3>.

W publikacji tej dokonano podsumowania wyników badań w zakresie odporności mieszanki asfaltu lanego MA11 na deformacje trwałe w zależności od ilości dodatku asfaltu naturalnego TE oraz składu mastyksu. Rezultaty badań zostały przedstawione w formie graficznej na rysunkach od 28 do 32. Na podstawie dokonanej analizy stwierdzono, że zmianę wartości penetracji statycznej opisuje się równaniem liniowym a badanie odporności na deformacje trwałe metodą penetracji dynamicznej równaniem kwadratowym.

Rozdział 5. Dyskusja wyników badań (w kontekście wpływu na odporność mieszanki asfaltu lanego na deformacje trwałe).

W rozdziale tym Doktorant dokonał szczególnej analizy wyników badań w aspekcie wpływu lepiszcza modyfikowanego TE na odporność na deformacje trwałe mieszanki asfaltu lanego. Uwzględnione zostały wyniki badania lepkości zerowego ścinania lepiszcza. Wskazano na istotny aspekt procesu starzenia, który wpływa na właściwości usztywniające mieszanki asfaltu lanego. Kolejnym zagadnieniem, bardzo szczegółowo opisanym, jest wpływ składu mastyksu na odporność na deformacje trwałe mieszanki asfaltu lanego. Ustalono, że zmieniając proporcje składników można modelować jej właściwości. Dodatek asfaltu TE w sposób korzystniejszy sprawdził się w mieszankach bardziej miękkich niż w przypadku twardych mieszanek.

W oparciu o uzyskane rezultaty badań Doktorant stwierdził, że zarówno dodatek asfaltu naturalnego jak i skład mieszanki asfaltu lanego mają istotny wpływ na jej odporność na deformację trwałą. Dodatek asfaltu naturalnego pozytywnie wpływa na właściwości lepiszcza asfaltowego oraz mieszanki asfaltu lanego wytworzonej na jego bazie. Pożądany efekt dodatku asfaltu naturalnego w postaci redukcji głębokości deformacji trwałej asfaltu lanego jest w sposób istotny uzależniony od składu mastyksu asfaltowego.

W **Rozdziale 6. Podsumowanie i wniosek końcowy rozprawy** Doktorant zaprezentował na podstawie studiów literaturowych, zrealizowanych badań oraz analizy ich wyników 5 wniosków. Wniosek pierwszy i trzeci wydają się być oczywiste. Natomiast interesujący jest wniosek drugi i czwarty a zwłaszcza piąty, które wg recenzenta stanowią oryginalne naukowe osiągnięcie Doktoranta.

Przedstawione wnioski korespondują z tezami naukowymi zwartymi na początku rozprawy.

Na zakończenie rozprawy Doktorant sformułował kierunki dalszych badań, co należy uznać za prawidłowe postępowanie.

W wykazie *Bibliografii* podano przede wszystkim publikacje, które ukazały się po 2000 roku oraz spis norm w ilości 12.

Następnie przedstawiono 5 załączników.

W Załączniku Nr 1 zawarte są publikacje naukowe w wersji oryginalnej, które przywołane są w rozprawie. W publikacjach Nr 2, 3 i 5 wykazany jest istotny udział Doktoranta w wykonanych badaniach oraz opracowaniu ich wyników (Author Contribution). Natomiast w publikacjach 1, 4 i 6 brak jest adnotacji o udziale Doktoranta w prezentowanych wynikach badań i ich analizie. Według recenzenta taka informacja powinna zostać zamieszczona w rozprawie i oczekiwać na jej podanie.

Natomiast w Załączniku Nr 2 przedstawiono wyniki badań podstawowych lepiszcza, a w Załączniku Nr 3 wyniki badań reologicznych lepiszcza. Załącznik Nr 4 dedykowany jest wynikom badań mastyksu asfaltowego a Załącznik Nr 6 dotyczy wyników badań penetracji mieszanek asfaltu lanego.

Przedstawieni tak kompleksowych wyników badań rozprawy potwierdza jej wiarygodność i rzetelność pracy badawczej Doktoranta, co zasługuje na wyróżnienie.

2.2. Aktualność tematu

Rozprawa doktorska mgr inż. Krzysztofa Kołodzieja dotyczy istotnego problemu z zakresu technologii materiałów i nawierzchni asfaltowych jakim jest zapewnienie trwałości nawierzchni drogowej wykonanej z asfaltu lanego na obiekcie mostowym w aspekcie odporności na deformacje trwałe w wyniku zastosowania lepiszcza modyfikowanego asfaltem naturalnym.

Rozwój transportu drogowego, wzrost natężenia ruchu oraz obciążenia na oś pojazdów ciężarowych oraz warunki klimatyczne w sposób destrukcyjny oddziałują na konstrukcję nawierzchni na obiekcie inżynierskim. W związku z tym, znaczącym wyzwaniem stojącym obecnie przed krajowym drogownictwem jest opracowanie takich rozwiązań technologicznych, które przyczynią się do zapewnienia trwałości tego rodzaju nawierzchni w długim okresie eksploatacji.

Znane na świecie są różnego typu rozwiązania technologiczne, lecz ze względów technologicznych oraz ekonomicznych nie mogą być wprost adaptowane do polskich warunków. W związku z tym, nieodzowne jest podjęcie prac badawczych, które przyczynią się do rozwiązania tego problemu. Należy zaznaczyć, że są to dość złożone i trudne do badania procesy.

Zagadnienie dotyczące opracowania odpowiedniego składu lepiszcza a w konsekwencji mieszanki asfaltu lanego przeznaczonej do wykonania nawierzchni na obiekcie mostowym są bardzo złożone. Również wykorzystanie odpowiedniej metodyki badawczej dotyczącej oceny odporności tego rodzaju mieszanki na deformacje trwałe są zagadnieniami złożonymi.

W związku z tym, podjęta przez Doktoranta tematyka dotycząca poprawy właściwości asfaltu ponaftowego 35/50 w wyniku jego modyfikacji dodatkiem asfaltu naturalnego TE a w konsekwencji uzyskania mieszanki asfaltu lanego o wysokich parametrach jest jak najbardziej

aktualna. Do dzisiaj zagadnienia dotyczące podnoszonych w rozprawie doktorskiej problemów nie są do końca rozpoznane.

Przedstawiona praca dotyczy bardzo aktualnego obecnie problemu związanego z możliwością uzyskania mieszanki asfaltu lanego o wysokich parametrach zapewniających jej wymaganą trwałość rozpatrywaną w aspekcie odporności na deformacje trwałe.

2.3. Ocena programu i zakresu badań

Program badań został przedstawiony w sposób konkretny, z którego wynika które badania i dlaczego są wykonywane. Jest to oryginalny wkład Doktoranta w rozwój badań w zakresie wykorzystania mieszanek asfaltu lanego na bazie asfaltu ponaftowego modyfikowanego dodatkiem asfaltu naturalnego TE w celu zapewnienia ich trwałości eksploatacyjnej w zakresie odporności na deformacje trwałe.

Zakres pracy został sformułowany w sposób konkretny, którego realizacja pozwoliła osiągnąć założone cele. Doktorant w sposób kompleksowy wykonał przewidziany planem pracy zakres badań laboratoryjnych.

Przyjęty program badań zasługuje na pozytywną ocenę. Doktorant wykazał się przygotowaniem do prowadzenia prac badawczych o charakterze laboratoryjnym i analitycznym.

2.4. Tezy i cel naukowy

Sformułowano w rozprawie doktorskiej dwie tezy, które są poprane. Cele pracy sformułowane są dość precyzyjnie.

Sformułowane wnioski czy rekomendacje w wyniku badań przedstawionych w rozprawie doktorskiej wg recenzenta są prawidłowe. Na podstawie zrealizowanych badań osiągnięto założone cele.

Praca jest napisana językiem dość poprawnym. Zamieszczone w niej rysunki w istotny sposób podnoszą jej wartość merytoryczną. Część graficzna rozprawy jest zrealizowana prawidłowo.

2.5. Struktura i edycja rozprawy

Tytuł rozprawy sformułowany przez Doktoranta jest następujący: **„Odporność na deformacje trwałe asfaltu lanego z lepiszczem modyfikowanym asfaltem naturalnym”**. W rozprawie rozpatrywana jest trwałość mieszanki asfaltu lanego w aspekcie jej odporności na deformacje trwałe, która jest przeznaczona na nawierzchnie konstrukcyjne na obiekcie mostowym. W związku z tym, w tytule rozprawy powinien być również uwzględniony aspekt nawierzchni mostowej.

Struktura rozprawy jest prawidłowa, zgodna z ogólnie przyjętymi zasadami w tym zakresie.

W rozprawie występują drobne błędy o charakterze redakcyjnym i stylistycznym. Poniżej przedstawiono kilka takich przykładów:

- Doktorant w celu określenia *wykonanych* lub *realizowanych* badań stosuje praktycznie tylko słowo *przeprowadzone*, które obecnie niestety jest powszechnie wykorzystywane w opracowaniach naukowych,
- stosowane są skróty myślowe, które w pewien sposób utrudniają analizę tekstu,
- występują pojedyncze błędy literowe.

3. Uwagi i pytania recenzenta do pracy

Po zapoznaniu się z pracą doktorską już na etapie charakterystyki poszczególnych rozdziałów recenzent zgłaszał pewne spostrzeżenia, na które oczekuje odpowiedzi.

W pracach badawczych bardzo istotnym elementem jest wiarygodność uzyskiwanych wyników badań i na tej podstawie formułowanie wniosków, zaleceń itd. Doktorant

szczegółowo prezentuje wyniki badań oraz ich analizę statystyczną. Niestety nie podaje metodyki przedstawienia tych rezultatów w postaci graficznej np. rys. 28, 29 (str. 73). Recenzent oczekuje ustosunkowania się Doktoranta do tej kwestii.

Doktorant w celu opisywania wyników interesujących badań zastosował wielomian stopnia drugiego. Nie podana została jednak podstaw wyboru takiej funkcji.

Wyjaśnienia wymaga kwestia uzyskiwania i oceny jednorodności lepiszcza stosowanego w badaniach po dodaniu do asfaltu ponaftowego dodatku asfaltu naturalnego TE. Przedstawione wyjaśnienia w rozprawie na stronie 40 są bardzo ogólne i niezbyt precyzyjne. Jest to szczególnie istotne, ponieważ jednorodność lepiszcza modyfikowanego odgrywa kluczową rolę w zakresie wpływu na jego właściwości.

4. Ocena końcowa

Doktorant Pan mgr inż. Krzysztof Kołodziej samodzielnie opracował postawione w celu pracy zagadnienia. Posługując się opracowaną metodyką zrealizował program badawczy w zakresie laboratoryjnym.

Sformułowane w recenzji uwagi krytyczne nie obniżają w sposób istotny wartości rozprawy. Mając powyższe na uwadze stwierdzam, że tezy postawione na początku pracy zostały udowodnione, wyrażam więc przekonanie, że rozprawa doktorska **mgr inż. Krzysztofa Kołodzieja** pt.: „**Odporność na deformacje trwale asfaltu lanego z lepiszczem modyfikowanym asfaltem naturalnym**” zgodnie z Ustawą „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 poz.574, z późn. zm.) stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. W związku z tym, **stawiam wniosek o dopuszczenie rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Kołodzieja do publicznej obrony.**

