



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ
I ŚRODOWISKA

Katedra Inżynierii Drogowej i Transportowej

Dr hab. inż. **Piotr Jaskuła**

Gdańsk, 10 września 2019 r.

Politechnika Gdańska
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Katedra Inżynierii Drogowej i Transportowej
ul. Narutowicza 11, 80-233 Gdańsk
piotr.jaskula@pg.edu.pl
+48 603 764 669

RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgra inż. Przemysława Rokitowskiego
BADANIA I ANALIZY WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH
NIEZWIĄZANYCH WARSTW NAWIERZCHNI
DROGOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM ICH
WILGOTNOŚCI

1. PODSTAWA FORMALNA RECENZJI

Podstawą formalną wykonania recenzji jest ustawa 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.) a w szczególności Artykuły 11, 12 oraz 13 (zwana dalej *Ustawą*). Recenzja została wykonana na prośbę pisemną Dziekana Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej Pani prof. dr hab. inż. Joanny Bzówki przekazaną w dniu 08.07.2019 r. (L.dz.RB-0/4020/18/19).

2. PRZEDMIOT RECENZJI

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pod tytułem „Badania i analizy właściwości mechanicznych niezwiązanych warstw nawierzchni drogowych z uwzględnieniem ich wilgotności” wykonana w Katedrze Geotechniki i Dróg Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej przez mgra inż. Przemysława Rokitowskiego. Promotorem niniejszej rozprawy jest prof. dr hab. inż. Joanna Bzówka, a promotorem pomocniczym dr inż. Marcin Grygierek.

Rozprawa została przygotowana w formie książki i składa się z 230 stron w formacie A4 oraz oddzielnie 70 stronicowego Załącznika, gdzie zamieszczono szczegółowe wyniki badań terenowych i laboratoryjnych. Rozprawa zawiera streszczenie w języku polskim i angielskim. Bibliografia obejmuje 127 pozycji polskich i zagranicznych oraz dodatkowo 14 norm i wymagań technicznych.

3. OMÓWIENIE TREŚCI ROZPRAWY

Rozprawa składa się zasadniczo z trzech części: 1) przeglądu aktualnego stanu wiedzy, 2) badań własnych, które zawierają badania terenowe i laboratoryjne wraz analizami numerycznymi MES, 3) analizy wyników, także zawierającej analizy numeryczne MES. Ponadto znajdują się jeszcze dwa typowe rozdziały, tj. Wstęp poprzedzony spisem oznaczeń i symboli oraz Wnioski Końcowe. Wszystkie części rozprawy stanowią spójną całość, tzn. poszczególne rozdziały wprowadzają czytelnika do tematyki rozprawy i wzajemnie się uzupełniają.

W rozdziale 1 „Wstęp” Doktorant przedstawił przedmiot badań, nawiązując do stanu wiedzy sformułował 6 tez badawczych oraz określił 2 cele pracy: ocena wpływu zmian wilgotności niezwiązanych warstw występujących w konstrukcji nawierzchni drogowej na ich właściwości mechaniczne opisywane za pomocą parametrów wytrzymałościowych (spójności c , kąt tarcia wewnętrznego ϕ i moduł odkształcenia E) oraz na trwałość zmęczeniową nawierzchni drogowej. Autor przedstawił też zakres pracy, opisując hasłowo główne części pracy.

Rozdział 2 „Przegląd aktualnego stanu wiedzy” dotyczy wpływu podwyższonej wilgotności na funkcjonowanie podłoża gruntowego i warstw niezwiązanych nawierzchni drogowej. Główne tematy poruszane w tym rozdziale są następujące:

- lokalizacja materiałów niezwiązanych i ich funkcja w nawierzchni,
- wpływ zmian wilgotności na pracę nawierzchni i omówienie potencjalnych źródeł penetracji wody w nawierzchnię,
- zmiany wybranych parametrów mechanicznych warstw niezwiązanych i parametrów eksploatacyjnych całej nawierzchni przy zwiększonej wilgotności warstw niezwiązanych podbudowy z kruszywa oraz podłoża gruntowego na podstawie doświadczeń zagranicznych i polskich oraz własnych Autora.

W podsumowaniu przeglądu stanu wiedzy Autor przedstawił wnioski a właściwie odczucia, w których stwierdził między innymi, że problem zmian wilgotności w warstwach niezwiązanych w nawierzchni jest wciąż aktualny i nadmierna wilgotność negatywnie wpływa na pracę nawierzchni, powodując przedwczesne jej zniszczenia.

Rozdział 3 „Badania własne” stanowi zasadniczą i najobszerniejszą część badawczą pracy. Rozdział ten swoim zakresem obejmuje badania na poligonie terenowym, badania laboratoryjne niezwiązanych materiałów obciążanych statycznie płytą w małej skali w cylindrze pomiarowych i oddzielnie w skrzyni testowej oraz analizy numeryczne MES. W podrozdziale, dotyczącym badań terenowych, które były rozciągnięte w czasie przeszło 1,5 roku Doktorant wykonał dwukrotnie badania istniejącej konstrukcji nawierzchni drogi wojewódzkiej DW780 w Chełmku w zakresie ugięć nawierzchni za pomocą belki Benkelmana oraz ugięciomierza dynamicznego FWD, dziewięciokrotnie pomiarów równości poprzecznej nawierzchni oraz wizualnej oceny stanu nawierzchni. W czasie remontu nawierzchni DW780 wykonano dodatkowo pomiary dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd} za pomocą lekkiej płyty dynamicznej na poziomie podłoża gruntowego i podbudowy niezwiązanej, pomiary modułu odkształcenia płyty statyczną VSS na poziomie podbudowy niezwiązanej, jak i badania laboratoryjne podbudowy i podłoża gruntowego. Prace terenowe zawierają też ciągłe obserwacje meteorologiczne oraz dziewięciokrotnie pomiary poziomu zwierciadła wody gruntowej za pomocą piezometrów. Badania w laboratorium dotyczyły pobranych materiałów w zakresie wilgotności naturalnej, uziarnienie, wilgotności optymalnej, maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego, wskaźników CBR i IPI oraz spójność i kąt tarcia wewnętrznego. Badanie terenowe zakończono analizą

wyników i wnioskami. W podrozdziale badań laboratoryjnych, można wyróżnić badania wstępne i docelowe obciążeń w małej skali w cylindrze pomiarowych przy użyciu płyty statycznej, jak i badania obciążeniowe płytą statyczną w małej skali w skrzyni testowej oraz badania materiałowe, dopełnione analizami numerycznymi MES w zakresie analiz wstecznych do wyznaczenia parametrów zastosowanego modelu Coulomba-Mohra tj. modułów sprężystości, spójności i kąta tarcia wewnętrznego badanych warstw materiałów niezwiązanych. Analizy wykonywano zarówno do zamodelowania obciążeń w cylindrze oraz w skrzyni testowej. Na podstawie badań wstępnych Autor skorygował założenia docelowej procedury badawczej w cylindrze pomiarowym o wymiarach (HxD) 76,8x51,6 cm i płycie obciążeniowej o średnicy 10 cm, a po przeprowadzeniu obciążeń docelowych i analiz odwrotnych dla wielu kombinacji zmian wilgotności podłoża gruntowego i warstwy z mieszanki niezwiązanej z kruszywa 0/22,4 mm stwierdził istotne spadki wartości modułów odkształcenia piasku z podłoża i kruszywa z podbudowy. W badaniach obciążeniowych płytą o średnicy 30 cm w większej skali w porównaniu do cylindra pomiarowego Doktorant wykonał badania układów jedno i dwuwarstwowych w skrzyni testowej o wymiarach (DxSxH) 291x191x120 cm. Stworzone stanowisko badawcze umożliwiało obciążenie statyczne płytą poprzez układ ramowy i suwnicę oraz zmianę wilgotności badanych warstw materiałów niezwiązanych poprzez zaprojektowane bieżące nawadnianie wodą w całej objętości skrzyni. Jak w przypadku cylindra Autor przebadął układ jednowarstwowy z piasku oraz układ dwuwarstwowy z piasku i kruszywa przy dwóch poziomach nasycenia wodą materiałów ziarnistych, kontrolowanych czujnikiem wilgotności. Jednocześnie stanowisko umożliwiało pomiar odkształceń poziomych w kierunku podłużnym i poprzecznym w materiałach ziarnistych za pomocą czujników światłowodowych podczas wykonywanych obciążeń statycznych płytą. W zakres badań materiałowych wchodziły badania uziarnienia podbudowy z kruszywa 0/31,5 mm, wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości szkieletu gruntowego. Wyniki pomiarów przemieszczeń pionowych płyty obciążeniowej próbnym w skrzyni testowej zostały wykorzystane do wyznaczenia parametrów modelu, tj. modułu, kąta tarcia wewnętrznego i spójności a wyniki pomiarów odkształceń poziomych z czujników światłowodowych pozwoliły na porównanie zależności obciążenie – odkształcenie poziome uzyskanych z pomiarów i analiz numerycznych. Na podstawie przeprowadzonych analiz Doktorant stwierdził, że przy niskiej wilgotności uzyskane moduły pierwotne z obciążeń zarówno z prób w cylindrze jak i w skrzyni testowej są zbliżone, natomiast moduły wtórne są już nieporównywalne. Podjął próbę wyjaśnienia różnic w uzyskanych wynikach, lecz mało przekonująco. Nie mógł już dokonać porównania wyników przy podwyższonej wilgotności, gdyż wartości podwyższonej wilgotności w skrzyni testowej były istotnie większe od zaplanowanych wilgotności w cylindrze pomiarowym. Autor rozprawy zaobserwował istotnie zwiększone przemieszczenia pionowe płyty przy obciążaniu układów zawilgoconych, co wpłynęło na ocenę pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia układu. Wyliczono odpowiednio 10 krotny i 7 krotny redukcję wartości modułu w przypadku nadmiernego zawilgocenia. Jednocześnie Doktorant zaobserwował szybką odbudowę modułu pomiędzy 1 a 2 cyklem obciążenia w warunkach nasycenia układu warstwowego wodą, jednak przy powstaniu deformacji trwałej układu, co wyjaśnia spostrzeżenia z poligonu terenowego.

Kolejny 4 rozdział „Analiza wyników” rozpoczyna się podsumowaniem wniosków z poprzedniego rozdziału dot. badań laboratoryjnych, jak i odniesieniem ich do obserwacji z poligonu terenowego oraz w dalszej części Autor zestawia uzyskane wyniki parametrów mechanicznych z obciążenia w cylindrze i skrzyni pomiarowej w odniesieniu do parametrów mechanicznych uzyskanych przy wilgotności

odniesienia, czyli wilgotności dla której otrzymano maksymalne wartości modułu. Ten zabieg pozwolił Doktorantowi jednoznacznie oznaczać zmiany parametrów mechanicznych dwóch materiałów ziarnistych: piasku i mieszanki kruszywa, czemu w dużej części została poświęcona analiza. Rozdział zawiera też część praktyczną, gdzie wyniki opisujące materiał ziarnisty uzyskane z badań laboratoryjnych przy zwiększonej wilgotności wykorzystano do wyznaczenia trwałości zmęczeniowej całej konstrukcji nawierzchni, odpowiadającej ruchowi KR2 i KR4. Na podstawie uzyskanych wyników analiz mechanistycznych Doktorant stwierdził, że nadmierne nawodnienie podłoża gruntowego i razem podłoża gruntowego i podbudowy pomocniczej redukuje trwałość nawierzchni o 60% lub 40% w zależności od grubości całkowitej nawierzchni oddzielnie KR2 i KR4, a właściwie udziału grubości warstw niezwiązanych w całkowitej grubości nawierzchni. Zwrócił uwagę, że nadmierne nawodnienie warstw niezwiązanych w nawierzchni ma szczególne znaczenie w konstrukcjach nawierzchni lekkich i średnich, a mniejsze znaczenie ma w nawierzchniach ciężkich.

Całość rozprawy zamykają „Wnioski końcowe”, których Autor sformułował 10 oraz sformułował 3 kierunki dalszych prac badawczych. Należy także wspomnieć, że każdy rozdział, a w niektórych przypadkach podrozdziały zaczynają się od wprowadzenia oraz określenia celów i kończą się wnioskami ogólnymi, co znacznie ułatwia śledzenie postępów cząstkowych prac w rozprawie.

4. OCENA ROZPRAWY

Ocena rozprawy została przedstawiona w dwóch częściach. W pierwszej części znajduje się ogólna ocena merytoryczna z wyszczególnieniem wybranych oryginalnych, według recenzenta, aspektów rozprawy. Z kolei w drugiej części oceny są zawarte szczegółowe również wybrane uwagi recenzenta zarówno natury merytorycznej, jak i stylistycznej.

Ocena merytoryczna

Dobór tematyki, cele badawcze oraz zakres prac recenzowanej rozprawy dobrze adresują obecne potrzeby naukowe w dziedzinie drogownictwa rozpatrywane w Polsce i na świecie, jak i aspekty technologiczne. Zagadnienie wpływu wilgotności na właściwości mechaniczne materiałów niezwiązanych jest potraktowane poprawnie i kompleksowo, tzn. zawiera przegląd literatury, badania terenowe, badania laboratoryjne w zakresie badań materiałów niezwiązanych oraz modelowanie konstrukcji nawierzchni drogowej z wykorzystaniem modeli: sprężystego oraz sprężysto-idealnie plastycznego Coulomba-Mohra, w których zastosowano parametry z przeprowadzonych badań laboratoryjnych. Według recenzenta jest to bardzo dobre ujęcie zagadnienia i efektywna próba analizy całej konstrukcji nawierzchni drogowej, w której materiały niezwiązane charakteryzują się zwiększoną wilgotnością.

Niniejsza praca przedstawia oryginalny i kompleksowy projekt, dotyczący badań właściwości materiałów niezwiązanych w laboratorium tj. piasków i mieszanki z kruszywa mineralnego nadmiernie zawilgoconych z wykorzystaniem indywidualnie stworzonych stanowisk badawczych w warunkach laboratoryjnych. Stanowisk do wykonywania obciążeń statycznych materiałów niezwiązanych z pomiarem osiadań płyty obciążeniowej, a nawet odkształceń poziomych za pomocą światłowodów przy zmiennym i kontrolowanym zawilgoceniu tych materiałów. W niniejszej pracy Pan mgr inż. Przemysław Rokitowski poruszył szereg istotnych zagadnień związanych z badaniami materiałów niezwiązanych i przedstawił kilka oryginalnych rozwiązań w

procedurze badawczej, które mogą posłużyć w środowisku do rozwijania tej metodyki oraz zwracają uwagę na istotność poruszonego problemu.

Wyniki z badań laboratoryjnych w cylindrze pomiarowym, czy skrzyni testowej, gdzie obciążano materiał zawilgocony zostały wykorzystane w analizach wstecznych z wykorzystaniem analiz numerycznych MES, a następnie w metodzie mechanistycznej do oceny pracy konstrukcji nawierzchni tj. do oceny wpływu parametrów mechanicznych, opisujących materiał niezwiązany - moduł, spójność i kąt tarcia wewnętrznego na istotny parametr eksploatacyjny nawierzchni: deformację strukturalną czy ilość spękań zmęczeniowych warstw asfaltowych. Takie podejście pozwoliło Doktorantowi na stworzenie indywidualnej metodyki analizy nawierzchni z materiałem niezwiązanym o nie i zwiększonym zawilgoceniu. Poskutkowało to, według recenzenta, bardzo praktycznym wnioskiem o istotnej redukcji trwałości zmęczeniowej całej nawierzchni w przypadku zawilgocenia podłoża gruntowego i podbudowy niezwiązanej. Stanowi to jednocześnie naukowe wyjaśnienie wcześniej wykonanych przez Autora rozprawy obserwacji na poligonie terenowym, gdzie nawierzchnia uległa przedwczesnym zniszczeniom powodowanych prawie ciągłym zawilgoceniem dolnych warstw nawierzchni i podłoża gruntowego. Oczywiście w rzeczywistej nawierzchni zniszczenia takie wystąpiły wcześniej niż wyliczone w symulacjach numerycznych, gdyż w tym przypadku wykorzystano obciążenia standardowe, które pomijają obciążenia ponadnormatywne od przeciążonych pojazdów poruszających się po drogach oraz inne oddziaływania środowiskowe na nawierzchnię.

Należy podkreślić, że oryginalne aspekty w pracy to oprócz pomiarów nośności na poligonie terenowym tj. na drodze wojewódzkiej DW780 były ciągłe pomiary wilgotności podłoża gruntowego i podbudowy z kruszywa, które potwierdziły trwałe i nadmierne zawilgocenie. Do oryginalnych elementów w pracy można zaliczyć także, niestandardowe badania laboratoryjne w małej skali obciążania statycznego materiałów niezwiązanych w cylindrze pomiarowym oraz w skrzyni pomiarowej z wykorzystaniem zwiększonego zawilgocenia oraz pomiary odkształceń poziomych warstw niezwiązanych podczas obciążania w skrzyni pomiarowej za pomocą światłowodów oraz wykorzystanie rezultatów badań terenowych i laboratoryjnych w modelowaniu numerycznym.

Uwagi merytoryczne, stylistyczne i błędy przypadkowe

- 1) Str. 6, 4 bullet; str. 13, 3 linia od góry; str. 13, 2 akapit – literówki, które w dalszej części oceny pracy zostają pominięte. Zdarzają się nieczęsto.
- 2) Str. 10, pkt. 2.2 – tytuł nie ortunnie sformułowany, gdyż podłoże gruntowe nie jest elementem nawierzchni
- 3) Str. 17, tytuł rozdz. 2.3.2 – wpływ wilgotności czego... powietrza, warstwy...
- 4) Str. 17, jaka jest definicja nasycenia podbudowy w kontekście sformułowania - nasycenie z 70 do 100%...
- 5) Str. 18, jak i na wielu innych stronach tekstu rozprawy Autor zamiennie stosuje nazewnictwo związane z modułem odkształcenia i sprężystości oraz modułu dotyczącego warstwy, układu warstw, czyli modułu zastępczego układu. Czasem nawet Autor dokonuje oceny modułu, porównując go z niewłaściwym modułem podawanym w literaturze. Dla przykładu uzyskaną wartość modułu odkształcenia wyznaczonego dla układu warstwowego porównuje z modułem sprężystości warstwy.
- 6) W dużej części Studia literatury są mało syntetyczne i streszczają poszczególne publikacje; czasem opisy są zbyt detaliczne (str. 37). Doświadczenia z Polski na podstawie 3 publikacji opisano aż na 4 stronach.

- 7) W studiach literatury tekst opisuje rysunek/wykres zamieszczony na innej stronie.
- 8) Autor rozprawy nie wypowiedział się w kwestii czy zasadny jest odbiór wykonanej podbudowy z mieszanki niezwiązanej wtórnym modułem odkształcenia bez podania warunków badania w odniesieniu do wilgotności. Inna nośność będzie zaraz po zagęszczeniu warstwy w wilgotności optymalnej, a inna po 2-3 dniach podczas upalnego lata.
- 9) Str. 54 nie sprecyzowano jaką metodą wykonano obliczenia wsteczne. Tu Autor stosuje poprawne nazewnictwo w zakresie modułu sprężystości lub modułu sztywności sprężystej.
- 10) W podsumowaniu przeglądu literatury brakuje konkretnych wniosków z wykonanego przeglądu.
- 11) Str. 64 przywoływana jest monografia - Judycki i inni 2014, a w rozprawie błędnie nazywane są warstwy w zakresie podbudowy zasadniczej i pomocniczej z mieszanki niezwiązanej 0/31,5.
- 12) Str. 71 Co to jest wilgotność gruntu? Podany wzór jest chyba pomyłką, gdyż nie jest zgodny z ogólnie znaną definicją wilgotności gruntu.
- 13) Str. 75, czy uzyskane wyniki z badania Proctora są wiarygodne, skoro na str. 71 błędnie podawana jest definicja wilgotności... Warunki badania Proctora w normie jednoznacznie wskazują wymiar cylindra w zależności od uziarnienia materiału – patrz podbudowa 0/31,5 w cylindrze małym. Podobnie w małym aparacie skrzynkowym do badania gruntów wykonano badanie mieszanki z kruszywa o uziarnieniu 0/31,5. Pomimo tego Autor nie stosuje tych zasad i nie komentuje.
- 14) Str. 76, nieskończone badanie Proctora dla podbudowy z kruszywa; brak przegięcia krzywej... Na jakiej podstawie wyznaczono wilgotność optymalną?
- 15) Str. 79, uzyskano wyniki kąta tarcia wewnętrznego dla piasku i podbudowy z kruszywa inne niż oczekiwane. Piasek miał wyższą wartość kąta tarcia wewnętrznego niż kruszywo, a Autor nie skomentował tego wyniku tylko przeszedł obojętnie do dalszych analiz (str. 80).
- 16) Str. 78 co zdecydowało o wyborze szczegółowego opisu procedury badania w aparacie skrzynkowym a nie opisu badania wskaźnika nośności CBR?
- 17) Str. 82, nośność E2 112 MPa jest uzyskana na podbudowie pomocniczej czy na podłożu, gdyż na str. 81 jest zapis, że na podbudowie? Komentarz na str. 82-83 odnosi się do wyniku nośności na wzmocnionego podłoża E2>100 MPa... (konstrukcja nawierzchni full-depth?)
- 18) Str. 84, czy zastosowany model układu warstw jest prawidłowy, jeżeli warstwa podbudowy pomocniczej jest o grubości 43 cm posadowiona na słabym podłożu. Góra warstwy podbudowy jest sztywniejsza niż dół w takim układzie. Powinno się podzielić tą warstwę do modelowania. Czy zbadano w terenie wskaźnik zagęszczenia podbudowy na różnych głębokościach.
- 19) Str. 91, nośność układu dwuwarstwowego z badań dynamicznych porównywana jest z modułem sprężystości warstwy (200 MPa, dla warstwy mrozochronnej). To błąd! To nie jest to samo! Moduł sprężystości warstwy nie jest modułem odkształcenia układu. Takie uproszczenie może być tylko brane pod uwagę w przypadku rozpatrywania jednorodnego podłoża gruntowego w projektowaniu nawierzchni.
- 20) Str. 110, CSUM nie osiąga wartości zerowej na końcu analizowanego odcinka...
- 21) Str. 112, analizy wsteczne wykonane z wykorzystaniem obliczeń mechanistycznych przy użyciu oprogramowania BISAR, ale obciążenie w tym przypadku jest podatną płytą inną niż w przypadku badania FWD, gdzie jest sztywna płyta. Obliczone ugięcia i rejestrowane ugięcia nigdy nie będą porównywalne...

- 22) Str. 115, 151-152, 186, błędnie porównuje się moduł układu warstwowego z obliczonym z analiz odwrotnych, który jest modułem sprężystości warstwy. Ale już na str. 117 jest dobre odniesienie.
- 23) Wniosek z badań terenowych o obniżeniu modułu podbudowy pomocniczej i podłoża przy zawilgoceniu odpowiednio o 10 i 5% dziwny, w szczególności w kontekście dalszych badań laboratoryjnych i wykonanych analiz numerycznych.
- 24) Str. 118-119, dlaczego analizy numeryczne wchodzi w skład rozdziału badań laboratoryjnych skoro proporcje zajętości analiz MES w odniesieniu do badań są odmienne.
- 25) Str. 121, chyba jakaś pomyłka w zapisie liczbie uderzeń i energii.
- 26) Str. 126, badano wpływ wilgotności piasku na nośność, ale tylko w zakresie wilgotności mniejszej niż wilgotność optymalna.
- 27) Jak zagęszczano materiały? Czy w wilgotności optymalnej? Jeżeli nie zagęszczano w wilgotności optymalnej czy kontrolowano zagęszczenie, żeby osiągnąć maksymalną gęstość szkieletu gruntowego jeżeli ocenia się nośność itd. Powinno zagęszczać materiał niezwiązany przy wilgotności optymalnej i badać nośność przy różnej wilgotności w odniesieniu do wilgotności optymalnej,
- 28) Dobrze, że wykonano badania wstępne i skorygowano procedurę badań docelowych.
- 29) Str. 137, niższe nośności dla wyższych wilgotności to jest oczywiste, ale materiał nie był zagęszczany przy wilgotności optymalnej oraz wilgotność materiału nie była wyższa niż wilgotność optymalna..., jak to wytłumaczyć.
- 30) Jak w badaniach laboratoryjnych Autor rozpoznał tzw. efekt skali w szczególności w obciążeniach w cylindrze pomiarowym?
- 31) Edycyjno-korektorskie uwagi dotyczą podawania niektórych wyników z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku, np. wartości przesiewu.
- 32) Wielokrotne ubijanie mieszanki niezwiązanej nie zmienił uziarnienia to dziwne. Prawdopodobnie następowało wciskanie materiału w podłoże gruntowe.
- 33) Str. 186, uzyskano niskie wyniki E2, a Autor pozostawia bez komentarza
- 34) Str. 197, powtórzenia z poprzedniego rozdziału
- 35) Str. 205, brak komentarza do odmiennych wartości modułów dla piasku średniego
- 36) Str. 206, założenia do analiz oparte na wynikach badań tylko jednego materiału gruntowego oraz podbudowy
- 37) Str. 206, brak opisu jakiego typu obciążenie stosowane jest w oprogramowaniu Z-Soil, czy sztywna płyta czy podatna płyta, to wpływa na ocenę wyników z pomiarów.
- 38) Str. 214, za daleko idące wnioskowanie, gdyż wartości spójności i kąta tarcia wewnętrznego nie są reprezentatywne oraz są wyznaczone przy współczynnikowej redukcji modułu. Wychodzi na to, że można bezpiecznie stosować model sprężysty znając redukcje modułów podłoża i podbudowy w przypadku zawilgocenia, gdyż uzyskane wyniki są zbliżone dla obu modeli (sprężystego i C-M).

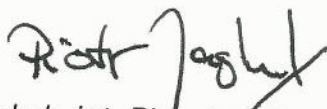
5. WNIOSKI KOŃCOWE

Pomimo wskazanych błędów czy niejasności, pozytywnie oceniam zarówno zakres oraz wykonanie rozprawy doktorskiej. Pan mgr inż. Przemysław Rokitowski wykazał się dobrymi umiejętnościami analitycznymi i przedstawił kompleksową analizę wpływu wilgotności na warstwy z materiałów niezwiązanych, jak i zachowanie się całej konstrukcji nawierzchni drogowej z zawilgoconymi warstwami niezwiązanymi. Mam nadzieję, że Pan mgr inż. Przemysław Rokitowski będzie w przyszłości kontynuował ten kierunek i udoskonalał proponowane przez siebie podejście do analizy pracy konstrukcji nawierzchni. W szczególności polecam

skupić się na badaniach i analizie zachowania się materiałów innego pochodzenia oraz o innym składzie ziarnowym, jak wprowadzenia obciążeń dynamicznych.

Niniejszym potwierdzam, że rozprawa doktorska autorstwa mgra inż. Przemysława Rokitowskiego spełnia warunki Ustawy i stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Jednocześnie recenzowana rozprawa wykazuje ogólną wiedzę z budownictwa mgra inż. Przemysława Rokitowskiego i potwierdza Jego umiejętności do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Wobec tego wnoszę o przyjęcie recenzowanej rozprawy i dopuszczenie mgra inż. Przemysława Rokitowskiego do publicznej obrony przed Komisją Rady Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej.



Dr hab. inż. Piotr Jaskuła