

Prof. dr hab. inż. Joanna Bzówka
Politechnika Śląska
Wydział Budownictwa
Katedra Geotechniki i Dróg
ul. Akademicka 5
44-100 Gliwice

Gliwice, 7 lutego 2022 roku

RECENZJA

rozprawy doktorskiej autorstwa mgr inż. Wandy Kokoszki pt. „Właściwości geotechniczne gruntów lessowych rejonu Rzeszowa”

1. Podstawa opracowania recenzji

Niniejszą recenzję pracy doktorskiej mgr inż. Wandy Kokoszki pt. „Właściwości geotechniczne gruntów lessowych rejonu Rzeszowa” wykonano na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza – Pana prof. dr hab. inż. Tomasza Siwowskiego z dnia 28 grudnia 2021 roku.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Recenzowana praca doktorska została napisana w języku polskim, liczy 254 strony tekstu oraz 395 pozycji literatury, w tym: 367 publikacji naukowych oraz naukowo-technicznych, 8 dokumentacji inżynierskich i opinii, 15 norm oraz 5 stron internetowych. Praca doktorska zawiera również streszczenia w języku polskim i języku angielskim.

Praca została podzielona na 6 rozdziałów, a te zostały podzielone na podrozdziały.

2.1. Aktualny stan wiedzy w zakresie tematyki rozprawy

Tereny lessowe w Polsce, jak również na całym świecie, są wykorzystywane jako miejsca lokalizowania miast, żyzne podłoża pod uprawy i sady, jak również jako tereny do drażenia tuneli i mieszkań, w szczególności w warunkach klimatu kontynentalnego.

Less może stanowić bezpośrednio materiał budowlany; less był i nadal jest pozyskiwany jako surowiec do produkcji ceramiki budowlanej.

Pokrywy lessowe charakteryzują się dość dobrze rozpoznawalną zmiennością horyzontalną i wertykalną. Najważniejszym czynnikiem decydującym o zróżnicowaniu pokryw lessowych jest klimat. Cechy środowiska i klimatu, w jakim powstawały lessy, są rekonstruowane na podstawie różnych danych pośrednich, takich jak: wskaźniki zmienności składu granulometrycznego, właściwości magnetyczne, skład chemiczny, wyniki badań z zastosowaniem metod datowania wieku, wskaźniki bazujące na zawartości węglanów, koncentracji izotopów węgla organicznego oraz wietrzenia chemicznego.

W literaturze wyróżnia się dwa główne podejścia dotyczące zdefiniowania lessu: pierwsze podejście, w którym właściwości lessów pełnią rolę kryteriów oraz drugie, w którym mechanizm powstawania lessu definiuje osad. Do najważniejszych cech typowego lessu badacze zaliczają m.in.: skład granulometryczny, skład mineralogiczny, kolor, warstwowanie, zawartość węglanów, porowatość, łupliwość, konkrekcje CaCO₃ oraz szczątki fauny i flory, jak również miąższość.

Opisane przez różnych badaczy właściwości lessu, opierające się na analizie procesów lessyfikacji, pozwalają odróżnić ten materiał od osadów lessopodobnych. Większość

wyróżnionych cech lessu kształtuje się po depozycji materiału pyłowego. Bazując na definicji podanej przez Pécsiego (1990) oraz Pécsiego i Richtera (1996) typowy less może być opisany jako luźny osad składający się głównie z ziaren grubego pyłu, niewarstwowany, porowaty, wodoprzepuszczalny, utrzymujący pionowe ściany, łatwo erodowany przez wodę, „lekka glina strukturalna” bladożółtego koloru będącego rezultatem drobno zdyspergowanego limonitu (wodorotlenku żelaza), w którym głównym składnikiem jest kwarc (40-80%), podrzędnie występują skalenie oraz zróżnicowane ilości materiałów ilastych (5-20%) i węglanów (1-20%). Typowy less, według Pécsiego, jest osadem eolicznym o właściwościach, które zostały nabyte w trakcie lessyfikacji, czyli procesu diagenety w specyficznych warunkach środowiskowych. Zdeponowany drogą eoliczną pył nie jest od razu lessiem, dopiero przeobrażając się z upływem czasu, w pewnych warunkach klimatycznych, może stać się coraz bardziej podobny do lessu typowego.

Możliwy jest również proces odwrotny – pod wpływem zmiany warunków wietrzenia less przeobraża się w osad lessopodobny i takie połączenie teorii eolicznej i wietrzeniowej powstawania lessu dominuje w literaturze.

Obserwowany lokalnie less bardzo często jest osadem o stosunkowo jednorodnych cechach strukturalnych i bardzo zbliżonych właściwościach w ocenie makroskopowej. Coraz bardziej zaawansowana metodyka badawcza pozwala obecnie na dokładniejsze badanie przestrzenne właściwości fizyko-chemicznych i mineralogicznych osadów lessowych. Nawet w pozornie homogenicznym masywie lessowym o znacznej miąższości, zarówno w przekroju pionowym, jak i poziomym, występują zmiany, które dotyczą głównie składu granulometrycznego w profilu pionowym. Potwierdzają one wrażliwość lessów na zmiany warunków klimatyczno-środowiskowych w trakcie narastania pokrywy lessowej.

Rozmieszczenie lessów w Polsce wykazuje szereg prawidłowości, m.in. wzrost miąższości płatów lessowych z zachodu na wschód i występowanie płatów tylko na określonych wysokościach nad poziomem morza, tj. od 170 do 450 m n.p.m. (Maruszczak, 1991). W Polsce pokrywy lessowe o największej powierzchni, zwartości płatów i miąższości (do 30 m) występują na Grzędzie Horodelskiej i Sokalskiej (Dolecki, 2002; Buraczyński i Wojtanowicz, 1975), zaś w okolicach Hrubieszowa ich miąższość wynosi nawet do 40 m (Grabowska-Olszewska, 1998).

Według różnych autorów, lessy w Polsce zajmują około 6,0% powierzchni kraju (Li i in., 2020; Malinowski, 1971; Maruszczak, 1991; Grabowska-Olszewska, 1998; Kaczyński, 2017). Różnice w szacunkach wynikają z zastosowanych klasyfikacji i metod mapowania obszarów lessowych.

Wiedza na temat występowania i klasyfikowania lessów, problematyki ich właściwości geologiczno-inżynierskich jest ciągle rozszerzana i weryfikowana poprzez tworzenie stanowisk badawczych w terenie i stosowanie nowych metod badawczych. Procesy deformacyjne, takie jak: erozja liniowa i powierzchniowa, zapadowość, ruchy masowe, sufozja i ich skutki zajmują czołową pozycję w literaturze lessowej.

Kluczowym zagadnieniem analizowanym w pracach wielu badaczy jest zjawisko zapadowości podłoża lessowego. O zapadowości lessu decyduje stopień trwałości struktury i rodzaj wiązań strukturalnych. Procesy deformacyjne zależą od cech makrostrukturalnych i mikrostrukturalnych lessów. Analiza mikrostruktury pozwala wyjaśnić zmiany parametrów geotechnicznych lessów, zaś analiza morfometryczna i geometryczna porów, w powiązaniu z czynnikami obciążenia i zawilgocenia, pozwala na rejestrację zmian ilościowych i jakościowych porów.

Część badaczy skupia się na badaniach lessu prowadzonych w ujęciu geoinżyniersko-materiałowym, tzn. w celu przeciwdziałania deformacjom o charakterze erozyjnym i zapadowym oraz wzmacniania podłoża lub materiału lessowego poprzez stosowanie różnych dodatków, takich jak cement, wapno, bentonit czy nanomateriały.

Właściwości lessów w Polsce były badane i opisywane m.in. przez Malinowskiego (1959-1971), Rosińskiego (1959), Wędzińskiego (1960), Grabowską-Olszewską (1963-1998), Kolasę (1963), Modłkowską (1972), Borowczyka i Frankowskiego (1978-1979), Frankowskiego (1979-1994), Strzeleckiego (1986), Glazera i Malinowskiego (1991), Myślińską (1998), Mularza i Rybickiego (1999), Jaremskiego (2000), Frankowskiego i Grabowskiego (2006), Borecką i Kaczmarczyka (2007), Stróżyk (2008-2009), Kolano i Całę (2011), Rybickiego i in. (2011), Borecką i Olek (2013), Pisarczyka (2014), Kaczyńskiego (2017), Frankowskiego i Pietrzykowskiego (2017), Kokoszkę (2016-2021), Kokoszkę i in. (2018-2020), Nepelskiego (2020).

Analiza publikacji dotyczących właściwości lessów pozwala wyciągnąć wnioski, że niewiele publikacji jest poświęconych zagadnieniom projektowania geotechnicznego w warunkach występowania pokryw lessowych. Autorzy podkreślają głównie osobliwe cechy tych gruntów oraz fakt, że wymagają one starannego i wielokierunkowego podejścia badawczego.

W literaturze przedmiotu można znaleźć również informacje, że otrzymywano dość dobre zależności korelacyjne między wybranymi parametrami mikrostrukturalnymi a gęstością szkieletu gruntowego, wodoprzepuszczalnością, granulometrią czy składem mineralnym. Trudniejszą sprawą jest analizowanie związków między parametrami struktury a parametrami mechanicznymi.

Biorąc powyższe pod uwagę oraz fakt, że powstały nieliczne tylko opracowania o charakterze naukowo-badawczym lessów regionu Pogórza Karpackiego, Autorka rozprawy doktorskiej do swoich badań i analiz przyjęła obszar najmniej rozpoznany, natomiast najintensywniej rozwijający się w ostatnim czasie pod względem demograficznym, terytorialnym i inwestycyjnym, tj. rejon miasta Rzeszowa.

2.2. Struktura rozprawy doktorskiej

Zrealizowany przez mgr inż. Wandę Kokoszkę szeroki zakres prac badawczych i analiz dotyczących rozpoznania właściwości geotechnicznych lessowego ośrodka gruntowego rejonu Rzeszowa został przedstawiony w sześciu rozdziałach rozprawy doktorskiej.

W Rozdziale 1 Autorka uzasadnia wybór tematyki badawczej, podaje cel główny i cele szczegółowe oraz zakres pracy. Doktorantka sformułowała również tezę pracy, która brzmi: *„Zastosowanie odpowiedniego podejścia badawczego, z uwzględnieniem analizy zmienności parametrów geotechnicznych oraz lokalnego i regionalnego doświadczenia, zwiększa wiarygodność oceny lessowego ośrodka gruntowego rejonu Rzeszowa”*.

Rozdział 2 zawiera aktualny stan wiedzy na temat lessów, w tym m.in. definicje i genezę lessu, rozmieszczenie i klasyfikację. W podrozdziale 2.3 Doktorantka opracowała i przedstawiła tabelarycznie właściwości geologiczno-inżynierskie i geotechniczne lessów regionu A, B, C, D i E na podstawie różnych źródeł literatury przedmiotu. Bazując na analizowanych materiałach, mgr inż. Wanda Kokoszka wyciągnęła wnioski, które pozwoliły Jej wytyczyć własną ścieżkę badań lessów.

Badania własne Autorki wraz z charakterystyką obszaru badań można znaleźć w Rozdziale 3 rozprawy. W tabelicy 3.1 Doktorantka zebrała wszystkie rodzaje wykonanych badań oraz podała wykorzystaną metodę badawczą. Doktorantka wykonała następujące badania: makroskopowe, oznaczanie zawartości węgla wapnia, odczynu pH, zawartości części organicznych, oznaczanie powierzchni właściwej oraz gęstości właściwej, gęstości objętościowej, oznaczanie porowatości, badania granulometryczne, oznaczanie wilgotności naturalnej, granicy plastyczności i płynności, oznaczanie wskaźnika pęcznienia, wskaźnika osiadania zapadowego, modułu ścisłości pierwotnej i wtórnej, oznaczanie spójności i kąta tarcia wewnętrznego, badanie mikrostruktury oraz składu chemicznego.

Rozdział 4 rozprawy został poświęcony szacowaniu parametrów wytrzymałościowych oraz ustalaniu wartości charakterystycznych. W rozdziale tym, mgr inż. Wanda Kokoszka analizowała wyniki własnych badań kąta tarcia wewnętrznego oraz spójności otrzymanych z badania w aparacie bezpośredniego ścinania oraz w aparacie trójosiowego ściskania. Do analiz Doktorantka przyjęła dziesięć różnych propozycji wyznaczenia wartości charakterystycznych parametrów gruntu, a następnie na podstawie otrzymanych wyników stwierdziła, że podstawą prawidłowego szacowania wartości charakterystycznej są rzetelnie wykonane badania laboratoryjne i polowe oraz krytyczny przegląd literatury dotyczącej zmienności i wartości średnich badanych gruntów.

Zagadnienia związane z ogólnie pojętą niezawodnością zostały scharakteryzowane w Rozdziale 5 rozprawy doktorskiej. W podrozdziale 5.4 Doktorantka scharakteryzowała komercyjny program FReET, wykorzystany do przeprowadzenia analiz i szacowania niezawodności nośności podłoża lessowego pod fundamentem bezpośrednim.

Ocenę nośności i niezawodności podłoża lessowego dla fundamentu bezpośredniego, opisaną w podrozdziale 5.5, mgr inż. Wanda Kokoszka przeprowadziła metodami półprobabilistycznymi, probabilistycznymi uproszczonymi oraz w pełni probabilistycznymi z wykorzystaniem technik redukcji wariancji hipersześcianem łacińskim.

Wnioski i podsumowanie rozprawy doktorskiej, jak również kierunki dalszych badań zostały przedstawione w Rozdziale 6.

Strukturę i zawartość rozprawy doktorskiej, jak również tytuł rozprawy oceniam bardzo pozytywnie.

3. Ocena dorobku rozprawy

Autorka rozprawy, z uwagi na swoje doświadczenia w zakresie prowadzenia badań geotechnicznych oraz pojawiające się coraz częściej zagrożenia geotechniczne obiektów budowlanych na terenie Pogórza Karpackiego, podjęła się zgłębienia zagadnień dotyczących właściwości geotechnicznych gruntów lessowych rejonu Rzeszowa.

Jednym z głównych powodów podjęcia takiej problematyki badawczej był m.in. brak zwartych opracowań archiwalnych i prac naukowo-technicznych dotyczących lessów rejonu Rzeszowa oraz wytycznych w zakresie programowania i wykonawstwa badań podłoża lessowego, jak również brak rozpoznania mechanizmów osuwiskowych w obrębie występowania zwartych pokryw lessowych na granicy Pogórza Karpackiego i Kotliny Sandomierskiej oraz pokryw wyspowych na terenie fliszu karpackiego.

Doktorantka, w ramach rozprawy doktorskiej, na podstawie literatury przedmiotu zebrała i przeanalizowała wyniki badań właściwości geotechnicznych lessów polskich oraz dokonała opracowań z uwzględnieniem parametrów geotechnicznych. Na podstawie przeglądu literatury i badań własnych, mgr inż. Wanda Kokoszka analizowała powinowactwa genetyczne lessów rejonu Rzeszowa z lessami w innych częściach Polski. Ponadto, przeprowadziła analizę możliwości wykorzystania wyników badań geograficznych i klimatostatygraficznych do opisu właściwości geologiczno-inżynierskich lessu.

Doktorantka sprecyzowała zakres badań lessowego podłoża gruntowego w celu uzyskania danych umożliwiających bezpieczne projektowanie geotechniczne. Próbkę do badań były pozyskiwane z poligonów badawczych z terenu Rzeszowa, założonych na osiedlu im. Franciszka Kotuli i Lisiej Górze oraz dodatkowo, do celów porównawczych, z poligonu w Sandomierzu.

Teren poligonu badawczego na osiedlu Kotuli charakteryzuje się łagodnymi garbami o wysokości 240-280 m n.p.m. Wiercenia archiwalne wskazywały, że w tym rejonie miasta miąższość lessów jest największa i przekracza 20 m. Obszar ten jest terenem dynamicznego rozwoju inwestycji budowlanych, w szczególności budownictwa mieszkaniowego.

Teren Lisiej Góry, jak uzasadnia Doktorantka, został wybrany ze względu na jego uwarunkowania środowiskowo-przyrodnicze. Na terenie rezerwatu Lisia Góra nachylenia krawędzi wysoczyzny osiągają ponad 30°. Deniwelacja terenu rezerwatu dochodzi do 20 m, krawędzie lessowe są porożcinane krótkimi dolinkami erozyjnymi, pogłębianymi przez procesy antropogeniczne oraz modelowane poprzez intensywne procesy denudacyjne.

W badaniach i analizach mgr inż. Wanda Kokoszka wykorzystała metody normowe, jak i metodykę niestandardową, zgodną z zaleceniami literaturowymi. Wszystkie uzyskane przez Doktorantkę wyniki badań przeprowadzonych na próbkach o naturalnym uziarnieniu NU, naturalnej wilgotności NW, nienaruszonej strukturze NNS, jak również preparowanych podlegały weryfikacji statystycznej.

Po wykonaniu badań i analiz, Doktorantka wyciągnęła m.in. następujące wnioski:

- w masywie lessowym wraz z głębokością wilgotność i gęstość objętościowa wzrastała, a porowatość malała,
- badania granulometryczne potwierdziły budowę agregatową lessu. Stosowanie metody laserowej znacznie przyspiesza badania granulometryczne. Ponadto, metoda ta pozwala zauważyć nawet niewielkie różnice w zawartości frakcji ilowej, co jest szczególnie ważne dla lessów małośliskich (pył),
- badania mikrostrukturalne i analizy geochemiczne pozwalają opisywać procesy związane z tworzeniem i przekształcaniem wiązań w ośrodku lessowym. Badania składu chemicznego i obserwacje mikroskopowe pomagają zidentyfikować rodzaj minerałów ilastych, ocenić właściwości deformacyjne i zmiany strukturalne w profilu lessowym. Kluczową rolę odgrywa zawartość węglanu wapnia, żelaza, tytanu i manganu. Takie pierwiastki, jak lit i stront mogą również stanowić znaczny wskaźnik identyfikacyjny dla ośrodka lessowego. Wyniki składu chemicznego potwierdziły wspólne cechy i podobieństwo genetyczne lessów wysoczyznowych z poligonów Rzeszowa i Sandomierza,
- wyniki badań granulometrycznych i mikrostrukturalnych wskazują, że badane lessy cechuje wysoki dobowy wznios kapilarny, który może wynosić nawet 150 cm/dobę,
- analiza składu fazowego oparta na stopniu wilgotności wykazała, że warstwy przypowierzchniowe miały charakter nienasycony, a warstwy z głębokości 8÷10 m osiągały wyższy stopień nasycenia,
- badane grunty sklasyfikowano biorąc pod uwagę typologię lessów strefy D proponowaną przez Grabowską-Olszewską, jako less młodszy, subaeralny, podtyp Ib (pyły) o charakterze niezapadłym,
- parametry wytrzymałościowe i odkształceniowe charakteryzowały się dużo większą zmiennością niż parametry fizyczne. Na zmienność modułów miała wpływ zróżnicowana wilgotność naturalna próbek; w lessach wzrost wilgotności powoduje spadek wartości modułów ścisłości. Badania wytrzymałościowe wykonane dla próbek preparowanych pozwoliły przygotować korelacje pomiędzy zmianami kąta tarcia wewnętrznego i spójności w zakresie wilgotności 2÷25%,
- wyniki pomiarów spójności i kąta tarcia wewnętrznego wpisują się w tendencję wyników badań gruntów lessowych podawanych w literaturze polskiej i zagranicznej,
- wyznaczone współczynniki zmienności kąta tarcia wewnętrznego są mniejsze niż spójności, która ma szersze zakresy (od 0 do kilkuset kPa),
- wyniki przeprowadzonych analiz dotyczących szacowania wartości charakterystycznych różnymi metodami na podstawie własnych badań laboratoryjnych wskazują, że przy użyciu zalecanych w literaturze oraz normie PN-EN 1990:2004 procedur otrzymuje się różne wartości wytrzymałości charakterystycznej,
- wartości charakterystyczne kąta tarcia wewnętrznego uzyskane różnymi metodami obliczeniowymi są niższe dla wyników badań trójosiowych.

Doktorantka w swojej pracy zajęła się również zagadnieniem niezawodności konstrukcji, a co za tym idzie, właściwościami gruntów lessowych z terenu miasta Rzeszowa do oceny miar związanych ze stanami granicznymi nośności fundamentów bezpośrednich. Analizy dotyczące niezawodności fundamentów bezpośrednich mgr inż. Wanda Kokoszka poprzedziła przedstawieniem wybranych zagadnień niezawodności konstrukcji. Bazując na szerokim zakresie studium literatury, dokonała podziału, ze względu na sposoby sprawdzania niezawodności i miarę oceny niezawodności, metod projektowania na: deterministyczne (poziom 0), półprobabilistyczne (poziom I), uproszczone probabilistyczne (poziom II) oraz probabilistyczne (poziom III). Z uwagi na fakt, że w większości prac zmienność parametrów geotechnicznych modelowana jest poprzez zmienne losowe, Autorka rozprawy w formie tabelarycznej przedstawiła orientacyjny zakres współczynników zmienności wybranych parametrów fizycznych i mechanicznych (por. Tab. 5.1).

Po analizie wyników i studium literatury, mgr inż. Wanda Kokoszka przedstawiła następujące wnioski:

- większość autorów uważa, że parametry geotechniczne można opisać, z wystarczającą dla praktyki inżynierskiej dokładnością, rozkładem normalnym lub logarytmiczno-normalnym, zaś niektórzy autorzy uważają, że rozkłady te powinny charakteryzować się odpowiednią skośnością,
- granice konsystencji (plastyczności i płynności) mogą być aproksymowane rozkładem normalnym, a parametry wytrzymałościowe (spójność, kąt tarcia wewnętrznego) rozkładem beta (Lumb, 1966),
- rozkład normalny Gaussa niewłaściwie opisuje granice Atterberga, natomiast jest uzasadniony dla wskaźnika porowatości i ciężaru objętościowego szkieletu gruntowego (Schultze, 1971),
- funkcje gęstości prawdopodobieństwa dla większości cech gruntu warstw przypowierzchniowych mają skośność dodatnią, a w przypadku gruntów zalegających na większych głębokościach rozkłady te dążą do symetrycznych (Popescu i in., 1998),
- rozkłady normalne nie powinny być stosowane do opisu parametrów podłoża w przypadku dużych współczynników zmienności,
- spójność określona w zbiorach próbek pobieranych z różnego rodzaju gruntów jest ujemnie skorelowana z kątem tarcia wewnętrznego,
- informacje dotyczące opisu zmiennych losowych parametrów gruntów nie są spójne, dlatego wykonując analizy niezawodności metodami poziomu I, II i III opartymi na niedostatecznej liczbie informacji, można uzyskać wynik niezgodny z rzeczywistymi warunkami geotechnicznymi,
- wartości charakterystyczne są najczęściej kwantylami rozkładu prawdopodobieństwa rozważanej zmiennej losowej, lecz w praktyce mogą być wartościami nominalnymi ustalonymi uznaniowo.

W rozprawie doktorskiej, mgr inż. Wanda Kokoszka w celu przeprowadzenia analiz i szacowania niezawodności nośności podłoża lessowego pod fundamentem bezpośrednim wykorzystwała komercyjne oprogramowanie FReET oraz możliwości obliczeniowe arkuszy kalkulacyjnych programu Excel. Narzędzie Solver jest dodatkiem do programu Microsoft Excel umożliwiającym przeprowadzanie analiz warunkowych. Doktorantka, za pomocą Solvera, wyznaczała optymalną wartość formuły, tj. minimalną wartość wskaźnika niezawodności w jednej komórce zwanej komórką celu. Algorytm wyznaczania wskaźnika niezawodności metodą poziomu II, mgr inż. Wanda Kokoszka przedstawiła w formie tabelarycznej (Tab. 5.6) w pracy doktorskiej.

Ocenę nośności i niezawodności podłoża lessowego dla fundamentu bezpośredniego, mgr inż. Wanda Kokoszka przeprowadziła różnymi metodami.

W modelu stochastycznym Autorka rozprawy przyjęła, że wartości wejściowe zmiennych losowych opisane są średnią, współczynnikiem zmienności i zdefiniowanym rozkładem zmiennej losowej. Nośność podłoża lessowego oszacowała przyjmując wartości parametrów podłoża lessowego, tj. ciężaru objętościowego, kąta tarcia wewnętrznego i spójności na podstawie wyników własnych badań doświadczalnych. Rodzaj rozkładu zmienności, Autorka przyjęła zgodnie z propozycjami literaturowymi, przedstawionymi w pracy w Tab. 5.7. Zależności korelacyjne dla zmiennych losowych wejściowych, zostały przyjęte na podstawie badań własnych Doktorantki.

Na podstawie przeprowadzonych analiz niezawodności oraz otrzymanych wartości współczynników wrażliwości, mgr inż. Wanda Kokoszka stwierdziła, że właściwe przyjęcie parametrów zmiennych losowych, szczególnie współczynnika zmienności, determinuje otrzymywane wartości wskaźników niezawodności i prawdopodobieństwa zniszczenia oraz, że obarczone dużym błędem jest podejście, w którym wszystkim zmiennym przypisuje się tę samą wartość współczynnika zmienności.

Otrzymane przez Doktorantkę wartości wskaźnika niezawodności oraz prawdopodobieństwa zniszczenia dla analiz przeprowadzonych metodą probabilistyczną – iteracyjną FORM ławy fundamentowej o zmiennej szerokości od 1,0 do 2,5 m, posadowionej na głębokości 1,0 m na podłożu lessowym wykazały, że oczekiwany poziom niezawodności dla analizowanych przykładów jest awaryjny. Jak stwierdza mgr inż. Wanda Kokoszka, sprawdzenie stanu granicznego nośności w przedstawionym przez Nią ujęciu, może przebiegać analogicznie dla innych rodzajów posadowienia.

Z całym przekonaniem stwierdzam, że postawione przez mgr inż. Wandę Kokoszkę cele rozprawy zostały osiągnięte.

4. Uwagi szczegółowe i dyskusyjne

Rozprawa doktorska została napisana przez mgr inż. Wandę Kokoszkę poprawnym językiem. Tablice, fotografie oraz rysunki zostały bardzo starannie przygotowane.

Na wstępie Doktorantka uzasadniła celowość podjętej tematyki badawczej, przedstawiła cele, tezę oraz zakres pracy.

Treść pracy została podzielona na rozdziały, które stopniowo i bardzo płynnie przenoszą czytelnika do kolejnych zakresów badań i analiz prowadzonych przez Autorkę rozprawy.

Na szczególne wyróżnienie i podkreślenie zasługuje wielka dociekliwość naukowa mgr inż. Wandy Kokoszki, która z bardzo dużym zaangażowaniem i skrupulatnością dokonała przeglądu literatury dotyczącej podłoża lessowego. Imponująca jest duża liczba cytowanych publikacji w tekście rozprawy przy każdym podejmowanym zagadnieniu, takim jak np.: definicje i geneza lessu, cechy typowego lessu, klasyfikacje lessów, właściwości geologiczno-inżynierskie i geotechniczne lessów, jak również szacowanie parametrów wytrzymałościowych i ustalanie wartości charakterystycznych.

Budzi również podziw przeprowadzony szeroki zakres badań laboratoryjnych w celu oszacowania właściwości lessów z rejonu Rzeszowa. Wyniki badań i analiz przedstawione w rozprawie doktorskiej, bez wątpienia, mogą stanowić dobrą podstawę do wydania zwartej monografii zawierającej cenną wiedzę na temat podłoża lessowych, w tym szczególnie właściwości lessów z rejonu Rzeszowa.

Z uznaniem należy przyjąć zaproponowane przez mgr inż. Wandę Kokoszkę propozycje dalszych badań, w tym szczególnie gromadzenie wyników badań własnych i archiwalnych, które posłużą do tworzenia bazy danych i budowania związków korelacyjnych między różnymi parametrami fizyko-mechanicznymi, jak również przeprowadzenie analiz związanych z prognozowaniem osiadań i analiz zjawisk osuwiskowych podłoża lessowego rejonu Rzeszowa.

Po zapoznaniu się z treścią pracy nasuwają się następujące spostrzeżenia/uwagi:

- Doktorantka wielokrotnie w rozprawie używa potocznego określenia dla aparatu bezpośredniego ścinania: „skrzynka” oraz dla aparatu trójosiowego ściskania „trójosiówka”. Zdaniem Recenzenta nie powinno się stosować takich uproszczeń w pracach naukowych/badawczych,
- Autorka rozprawy wykonała bardzo dużo różnych badań na wielu próbkach. W treści pracy nie zawsze jest zamieszczona jednoznaczna informacja ile próbek było przebadanych,
- Zdaniem Recenzenta wyniki i analizy zawierające dane o właściwościach lessów z rejonu Rzeszowa mogą być wykorzystane do opracowania nomogramów/wytycznych dla inżynierów zajmujących się projektowaniem posadowień budowli, natomiast bogaty materiał zebrany na temat stanu wiedzy podłoża lessowych może stanowić materiał do wydania monografii na temat klasyfikacji, genezy powstawania i właściwości gruntów lessowych.

Występujące w pracy drobne błędy redakcyjne, takie jak:

- brak cytowania w tekście publikacji Tschuschke (2013),
- brak w spisie literatury cytowanych w tekście publikacji: Piątkowski (1969), Richthofen (1882), Rousseau i in. (2017), Dolecki (2002), Kondracki (1994), Wiłun (2000), Wegman (1990),
- rozbieżności pomiędzy spisem literatury i cytowanymi w tekście publikacjami: Xie i in. (2018), Zhang i in. (2013), Bogucki i Wołoszyn (1998), Loba i in. (2021), Frankowski i Pietrzykowski (2017), Strzelecki (1986), Grönbech i in. (2011), Trąbczyński i Sokołowski (2000), PN-EN ISO 2394:2000,
- brak powołania się na źródła literatury lub autorstwo zamieszczonych fotografii, nie obniżają w żaden sposób wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Celem nadrzędnym rozprawy doktorskiej jest rozpoznanie właściwości geotechnicznych lessowego ośrodka gruntowego rejonu Rzeszowa. Doktorantka, aby osiągnąć cel główny, realizowała m.in. następujące zadania badawcze:

- zgromadziła i analizowała wyniki badań właściwości geotechnicznych lessów polskich na podstawie literatury, dokumentacji i opracowań inżynierskich,
- analizowała powinowactwa genetyczne lessów rejonu Rzeszowa z innymi polskimi lessami na podstawie literatury i badań własnych,
- dokonała oceny możliwości wykorzystania wyników badań geograficznych i klimatostratygraficznych do opisu właściwości geologiczno-inżynierskich lessu,
- dokonała oceny przydatności badań mikrostrukturalnych i składu chemicznego do rozpoznania litostratygraficznego i geotechnicznego lessu,
- przeprowadziła analizę zmienności wilgotności naturalnej w masywie lessowym w różnych miesiącach i porach roku, związaną z infiltracją wód opadowych i roztopowych oraz zmianą poziomu wód gruntowych,
- badała zmianę wartości parametrów wytrzymałościowych, tj. kąta tarcia wewnętrznego i spójności w zakresie wilgotności,
- przeprowadziła szeroki zakres badań własnych, obejmujących oznaczanie właściwości fizycznych, chemicznych i mechanicznych lessów z rejonu Rzeszowa,
- wyznaczyła wartości parametrów charakterystycznych na podstawie wyników badań własnych według różnych metod szacowania parametrów charakterystycznych,
- analizowała niezawodność podłoża lessowego na przykładzie posadowienia bezpośredniego,
- przedstawiła wnioski z prowadzonych zadań badawczych oraz kierunek dalszych badań.

Niewątpliwie, wykonane przez mgr inż. Wandę Kokoszkę badania i analizy rozszerzają i porządkują wiedzę dotyczące klasyfikacji lessu oraz właściwości geotechnicznych gruntów lessowych rejonu Rzeszowa. Doktorantka na podstawie zrealizowanych badań i przeprowadzonych analiz sformułowała wiele ważnych i cennych wniosków.

Jak dowodzi Doktorantka, badania podłoża lessowego należy planować uwzględniając jego genezę, warunki geologiczne i hydrologiczne, stratygrafię, typ budowli, rodzaj posadowienia, wymagane do obliczeń rodzaje parametrów i przyjętą metodę projektowania. Odpowiedzialne programowanie badań geotechnicznych, profesjonalna interpretacja wyników i stosowanie zasady wieloetapowości w realizacji rozpoznania geotechnicznego to niezbędne elementy minimalizacji ryzyka inwestycyjnego.

Za oryginalne i twórcze elementy rozprawy doktorskiej należy uznać:

- przeprowadzenie obszernego zakresu badań lessów z poligonów badawczych założonych na osiedlu im. Franciszka Kotuli i Lisiej Górze oraz dodatkowo, do celów porównawczych, na poligonie w Sandomierzu, w celu oznaczenia właściwości geotechnicznych gruntów lessowych rejonu Rzeszowa,
- przeprowadzenie szacowania wartości charakterystycznych według dziesięciu różnych propozycji wyznaczania wartości charakterystycznych parametrów gruntu, obliczanych według: procedury normowej, średniej arytmetycznej, przy przyjęciu rozkładu normalnego i 5-procentowym kwantylu, przy założeniu rozkładu t-Studenta, przy założeniu rozkładu logarytm-normalnego, metodą Schneidera, metodą Duncana, metodą I i IV ćwiartki, metodą Bayesa, metodą Hubera,
- przeprowadzenie analiz i szacowania niezawodności nośności podłoża lessowego pod fundamentem bezpośrednim,
- propozycję metody i ścieżek badawczych uwzględniających specyfikę gruntu lessowego, wymagania normowe i aspekty ekonomiczne.

Reasumując, stwierdzam, że praca doktorska Pani mgr inż. Wandy Kokoszki pt. „*Właściwości geotechniczne gruntów lessowych rejonu Rzeszowa*” spełnia w całej rozciągłości warunki i wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. z 2017 r., poz. 1789 z późn. zm.) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Recenzowana rozprawa doktorska spełnia również art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.).

Biorąc powyższe pod uwagę oraz moją pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej, wnioskuję o przyjęcie rozprawy doktorskiej przez Radę Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza oraz dopuszczenie Panią mgr inż. Wandę Kokoszkę do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

Z uwagi na aktualny, ważny i bardzo interesujący temat badawczy, a tym samym wnikliwy charakter pracy doktorskiej, wnoszę również o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

