

**Załącznik 2.**

**Autoreferat**

**1. Imię i nazwisko:** Janusz Kozubal

**2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe**

- a) 1991-1996r.: magister inżynier, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, kierunek Budownictwo, w zakresie Geotechniki i Hydrotechniki, tytuł pracy magisterskiej: Rekultywacja składowiska odpadów komunalnych gminy i miasta Świerzawa.
- b) 1996-2000r.: studia doktoranckie, Politechnika Wroclawska, tytuł pracy doktorskiej: Nośność graniczna podłoża nienasyconego.

**3. Przebieg zatrudnienia w jednostkach naukowych**

- a) 01.10.1996 r. do 30.09.2000 r.: doktorant w Instytucie Geotechniki i Hydrotechniki na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej,
- b) 01.10.2002 r. do 30.09.2004: asystent naukowo – dydaktyczny w Instytucie Geotechniki i Hydrotechniki,
- c) 01.10.2004 - 2016: adiunkt na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego, Instytucie Geotechniki i Hydrotechniki,

d) 2016 do chwili obecnej: adiunkt na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego, Katedrze Geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa Podziemnego i Wodnego.

**4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311):**

**a) Tytuł osiągnięcia naukowego:**

*Wzmacnianie podłoża w gruntach zapadowych i nienasyconych*

**b) Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:**

Monografia:

Janusz Witalis Kozubal, 2019, *Wzmacnianie podłoża w gruntach zapadowych i nienasyconych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2019;

recenzenci wydawniczy:

dr hab. inż. Lech Bałachowski prof. nadzw. Politechnika Gdańska,

dr hab. inż. Andrzej Gruchot, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,

Nr ISBN 978-83-7493-061-1.

**c) Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników:**

W pracy wybrano do realizacji, jako wiodące cele: wyznaczenie niezawodności posadowień na podłożu nienasyconym oraz budowę metod obliczeniowych dla technologii wzmacniania podłoża zapadowego.

Zapobieganie awariom dla konstrukcji wznoszonych na gruntach wrażliwych, w obliczu wpływu zmian środowiskowych, jest motywacją do poszukiwań badawczych. Aktualność wybranego kierunku badań, oraz znaczne zainteresowanie ze strony naukowców, projektantów i wykonawców prac geotechnicznych stanowi dodatkowy impuls. W pracy wyjaśniono podstawowe problemy modelowe oraz opracowano i technologię posadowienia na terenach pokrytych gruntami zapadowymi. Monografia składa się z rozwiązań

analitycznych, numerycznych oraz technologicznych. W monografii szczegółowo opisano grunt częściowo nasycony. Przedstawiono jego cechy mechaniczne i fizyczne.

Własnością materiału wielofazowego z podciśnieniem w porach, mającą wpływ na przepływ wody, jest związek między nasyceniem porów a wartością ssania matrycowego. Wskaźnik wodoprzepuszczalności materiału częściowo nasyconego jest znacząco dobrze opisany doświadczalnie i empirycznie. Prace nad poszerzaniem zbioru przebadanych gruntów trwają od połowy ubiegłego wieku, stan wiedzy jest ciągle uzupełniany. W części modeli przepływu do opisu gruntu określa się: wartości ciśnienia wejścia wody, resztkową zawartość powietrza i wody w porach oraz rozkład cech geometrycznych porów. Znaczący wpływ na proces transportu wody w kapilarach odgrywa losowość; zarówno rozkładu, średnicy, długości i połączeń między nimi. Proces zmian wilgotności uzupełniono w pracy opisem cech wytrzymałościowych podłoża nienasyconego. Powiązано ściśle stan naprężenia z podciśnieniem w porach. Opis naprężeń bazuje na przedstawionej przez Terzagiego zależności, zmodyfikowanej przez Bishopa o wpływ ujemnego ciśnienia porowego. Rozważania teoretyczne skoncentrowano na przywołaniu kryterium wytrzymałości ośrodka nienasyconego za koncepcją Fredlunda wraz z późniejszymi jej modyfikacjami. Stosowane propozycje kryteriów znajdują oparcie w licznych badaniach laboratoryjnych. Warunek kryterium Coulomba-Mohra rozszerzonego do opisu gruntów nienasyconych i zapadowych został w monografii zilustrowany w przykładach. Kryterium Druckera-Pragera z zamknięciem rozszerzone zostało o zmienną stanu nasycenia. Kryterium to zostało zilustrowane rozwiązaniem zagadnieniem nasypu przepuszczalnego na podłożu wzmocnionym geosyntetykiem oraz wielowarstwowymi kolumnami gruntowymi.

Istotność uwzględnienia podciśnienia w porach widoczna jest w szczególnie istotnych zagadnieniach pali obciążonych pionowo i poziomo w głowicy, również z współpracującym w przenoszeniu obciążeń oczepem.

Losowość cech fizycznych i mechanicznych podłoża wymaga uwzględnienia niepewności w rozwiązywaniu zadań brzegowych. Autor rozwiązane zagadnienia poddaje analizie niezawodnościowej, wprowadza ją jako element stanowiący integralną część wnioskowania i rozważań. W geotechnice, gdzie ośrodek ma cechy nieliniowe, bezpośrednie metody wyznaczania niezawodności zawodzą, ze względu na dużą czasochłonność przy wyznaczaniu niewielkich prawdopodobieństw wystąpienia awarii. Przybliżony opis zachowania układu mechanicznego, jest w takich przypadkach, sposobem na oszacowanie w metodach probabilistyki liczebności wystąpienia poszukiwanych zdarzeń. Niezawodność rozwiązań oraz poszczególnych elementów posadowienia daje informacje niezbędne do interpretacji wyników oraz kategoryzacji wariantów awarii. W pracy oparto się na stosowanym i rozwijanym przez autora schemacie metody powierzchni odpowiedzi, wspartej szerokim wyborem funkcji aproksymacyjnych.

Podejście teoretyczne zostało zastosowane do przedstawienia metod wzmocnienia podłoża zapadowego. Wprowadzono opis wrażliwego na zmiany wilgotności gruntu i poruszono problematykę wznoszenia na nim obiektów. Less to materiał zapadowy pochodzenia eolicznego, jest najbardziej spektakularny pod względem skali zagrożenia zapadaniem i zasięgu występowania. Duży zbiór strategii postępowania, celem wzmocnienia podłoża, nie przekreśla rozwoju i poszukiwania nowych metod. W przypadku lessów szczególnie ważna jest docelowa przewidywalność osiadań materiału oraz uniemożliwienie zmiany jego cech w efekcie ponownych cykli osuszania lub nawilżania.

Metodami stabilizacji podłoża lessowego popularnymi na obszarach jego powszechnego zalegania są metody niskociśnieniowej iniekcji: silikatów, cementu lub gipsu. Niskie wskaźniki wodoprzepuszczalności materiału stanowią jednak istotną przeszkodę i utrudniają domieszkowanie – zmianę składu materiału.

W monografii zaproponowano, opisano i rozwiązano wybór możliwych rozwiązań sprawdzony na gruntach południowo-zachodnich obszarów Federacji Rosyjskiej:

- wiercone wielowarstwowe kolumny gruntowe wykonywane in situ,
- wiercone wielowarstwowe kolumny gruntowe zbrojone poprzez wprowadzenie dodatku włókien do ich rdzenia i płaszcza,
- metoda triplet będąca wariantem zastosowania kolumn gruntowych po wcześniejszym wysokoenergetycznym skonsolidowaniu i wgłębnym nawodnieniu podłoża,
- powyższe uzupełnione o geotekstyli.

Rozpoczęto równocześnie program badań weryfikacyjnych dla kolumn domieszkowanych w laboratorium geotechnicznym przy North Caucasus Federal University.

W pracy omówiono i rozwiązano różne aspekty posadowienia na gruntach wrażliwych na zmiany wilgotności. W wymienionych koncepcjach wzmocnienia oraz w zagadnieniach pali obciążonych poziomo i pionowo własności gruntu mające wpływ na przepływ wody zostały przeanalizowane i opisane formułami empirycznymi. Obszerny przegląd stanu wiedzy wraz z zbiorem charakterystycznych cech gruntów ma pomóc zaś w zastosowaniach modeli teoretycznych.

W pracy pokazano trójwymiarowe modele numeryczne, między innymi: MES, MRS, umożliwiające śledzenie procesów zachodzących w kontakcie między elementami konstrukcji a gruntem. Znalazły się w niej również elementy wzmocnienia geotekstyliami oraz modele analityczne wygodne do stosowania i planowane do wprowadzenia jako metody zalecane przy projektowaniu na terenach FR. Zastosowano wiele współczesnych, zaawansowanych narzędzi numerycznych, w większości uzupełnionych własnymi procedurami i programami:

- Flac3D wraz z procedurami w języku Fish, które definiują model i pozwalają przeprowadzić obliczenia niezawodnościowe, konieczne było ich uzupełnienie procedurami w Bash celem wykonania obliczeń równoległych.

- Abaqus (2D, 3D), wspomagany skryptami Pythona, są to elementy definiującymi zadanie, organizującymi proces obliczeniowy i wreszcie wspomagającymi filtrację i analizę wyników.
- FlexPDE 2D - program MES o strukturze skryptowej.
- program R w pracy posłużył jako generator zmiennych losowych oraz do analiz statystycznych.

Przewidywanie przemieszczeń, osiadań i nośności wraz koncepcjami szacowania współczynników bezpieczeństwa, gdy niepewności obarczają wiele zmiennych modelowych, zarówno mechanicznych jak i geometrycznych.

W przedstawionych zagadnieniach ważną rolę odgrywa rozpoznanie i opis kluczowych cech w przypadku terenów występowania gruntów eolicznych i zagrożonych nawodnieniem, gdzie ich wrażliwość strukturalna na zawilgocenie jest znaczna.

W pracy wskazano możliwe źródła wody oraz rozwiązano zagadnienia prognozowanie przepływu w materiale podłoża. Generalnym wnioskiem jest również konieczność określenia warunków brzegowych dla przepływu oraz stanu nasycenia podczas wykonania rozpoznania geotechnicznego i prognozowanie jego możliwych zmian. Potwierdzono to analizą zadań niezawodnościowych, przeprowadzonych dla prezentowanych technologii i modeli, w których wpływ zmienności hydraulicznych warunków brzegowych, co wykazano, ma istotne znaczenie.

W części dotyczącej cech gruntu nienasyconego rozwiązano zagadnienie grupy pali współpracujących z oczepem pod obciążeniem pionowym. Numeryczny algorytm modelowania wykonano z uwzględnieniem symetrii i skalibrowano na podstawie doświadczeń polowych. Zastosowano koncepcję, rozszerzającą stosowalność zagadnień mechaniki gruntów nasyconych, dla podłoża z podciśnieniem powietrza w porach.

W przypadku pała obciążonego siłą poziomą, napotkano na niespodziewane efekty zmniejszania nasycenia. Obliczenia przepływu w gruncie nienasyconym i odkształceń związanych z obciążeniem przeprowadzono w niezależnych procesach. Analityczna formuła wyznaczania profilu ssania powiązana została z cechami materiałowymi i realizowana była bezpośrednio w programie MRS Flac 3D. Wzrost wartości podciśnienia w porach gruntu prowadził w przyjętym modelu numerycznym do zjawisk skurczu i pęknięć pionowych. Mają one kluczowy wpływ na postać stanu granicznego użyteczności. Obliczenia niezawodnościowe oparte na w pełni trójwymiarowej półprzestrzeni uwzględniającej sezonowe zmiany klimatyczne wykazały niekorzystny wpływ przesuszania profilu. Podobny efekt wywołuje obniżanie zwierciadła wody gruntowej. Zagadnienia wskazane teoretycznie wymagają weryfikacyjnych badań doświadczalnych.

W części technologicznej podjęto temat zapobiegania awariom nasypów na podłożach częściowo nasyconych. Kluczowym wątkiem są tu wielowarstwowe kolumny gruntowe wraz z rozwiązaniami analitycznymi. Ich zastosowanie to skuteczna metoda modyfikacji podłoża. Dając trwałą efekt zwiększonej wartości wytrzymałości sztywności, oraz wzrost odporności obiektu wznoszonego zarówno na przeciążenie jak i nawodnienie. Przedstawiono uzupełniający wariant wierconych kolumn gruntowych - technologię hybrydową, przetwarzającą strukturalnie materiał oraz zapewniający większą miąższość wzmocnionej warstwy. Wskazano na możliwe zbrojenie kolumn gruntowych włóknami, przeprowadzając analizę modelową i niezawodnościową tego rozwiązania. Praca rozwiązuje problem sprzężony zapewnienia nośności, użyteczności, oraz szczelności w zagadnieniu nasypu na podłożu wzmocnionym kolumnami gruntowymi i pokrytym geomembraną. Rozważano awarię szczelności bariery i infiltrację cieczy przez uszkodzony materiał izolacji w obszar zapadowego podłoża.

Wybrane i zaprezentowane technologie charakteryzują się niewielkim nakładem domieszek, energii oraz pracochłonności, wiąże się to również z niewielkim śladem węglowym ich wykonania. Uzyskany wzmocniony materiał podłoża, pozbawiony jest wrażliwość na zmianę nasycenia oraz posiada lepsze parametry wytrzymałościowe.

Pokazane koncepcje obliczeniowe, a w szczególności modelowe, powinny inspirująco wpłynąć na projektowanie w warunkach możliwego nawilżania i niestabilnej struktury materiału wrażliwego. Część zadań zostanie kontynuowana w ramach wspólnych przedsięwzięć naukowych i organizacyjnych z jednostkami zagranicznymi.