

Autoreferat

1. Imię i nazwisko

Marek Kawa

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- stopień naukowy doktora nauk technicznych nadany uchwałą Rady Naukowej Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, z dnia 27.02.2008, tytuł rozprawy doktorskiej: „Stany graniczne ośrodków gruntowych i skalnych z mikrostrukturą warstwową”, promotor: dr hab. inż. Dariusz Łydźba,
- tytuł zawodowy magister inżynier., kierunku: budownictwo, specjalność: inżynieria lądowa; tytuł zawodowy nadany przez Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej w dniu 08.07.2003

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

- 03.2008 - 09.2009 asystent naukowo-dydaktyczny, Wydział Budownictwa lądowego i Wodnego, Politechnika Wroclawska
- od 10.2009 adiunkt naukowo dydaktyczny (później badawczo-dydaktyczny), Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego (później Katedra Geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa Podziemnego i Wodnego), Politechnika Wroclawska

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej

4.1. Omówienie głównego osiągnięcia naukowego

4.1.1. Dziedzina i dyscyplina

Dziedzina: Nauki inżynieryjno-techniczne

Dyscyplina: Inżynieria lądowa, geodezja i transport

4.1.2. Tytuł głównego osiągnięcia naukowego

Zastosowania pól losowych do opisu anizotropowych ośrodków gruntowych w wybranych zagadnieniach geoinżynierii

4.1.3. Forma głównego osiągnięcia naukowego

Monografia

Marek Kawa, „Zastosowania pól losowych do opisu anizotropowych ośrodków gruntowych w wybranych zagadnieniach geoinżynierii”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2023, ISBN: 978-83-7493-237-0;

recenzenci wydawniczy:

prof. dr hab. inż. Elżbieta Stilger-Szydło (Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, profesor emerytowana),

prof. dr hab. inż. Waldemar Świdziński (Instytut Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk);

4.1.4. Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników

Ośrodki gruntowe charakteryzują się silną zmiennością przestrzenną parametrów. Zmienność ta sprawia, że w gruncie często występują strefy o parametrach istotnie różnych, a w szczególności niższych niż rozpoznane dla danej lokalizacji. Wystąpienie takich stref w pobliżu np. fundamentów lub ścian oporowych, może wywołać awarię konstrukcji, przy czym typowe rozpoznanie geotechniczne prawie nigdy nie pozwala na przewidzenie takiej sytuacji. W praktyce projektowej znaczne ryzyko wystąpienia związanej z taką sytuacją awarii jest często pomijane.

Sposobem uwzględniania zmienności przestrzennej gruntu jest modelowanie jego parametrów w sposób probabilistyczny, za pomocą stacjonarnych pól losowych. Metoda ta zaproponowana w geotechnice przez Vanmarcke'a (1984) i intensywnie rozwijana od lat 90. doczekała się ostatnio odzwierciedlenia w normatywach – w najnowszym wydaniu normy ISO 2934 (2015) nowododany aneks D dotyczący niezawodności konstrukcji geotechnicznych wymienia ją jako odpowiednie podejście pozwalające na uwzględnienie przestrzennej zmienności parametrów gruntu.

Spośród technik wykorzystujących pola losowe do opisu gruntu, szczególnie intensywnie rozwijane są w ostatnich dekadach techniki numeryczne oparte na symulacji Monte Carlo tj. metoda losowych różnic skończonych (ang. *random finite difference method*, RFDM, np. Delhomme 1979, Srivastava i Babu, 2009) oraz metoda losowych elementów skończonych (ang. *random finite element analysis*, RFEM, Griffiths i Fenton 1993, Fenton i Griffiths 2008). Oba te podejścia polegają na wygenerowaniu odpowiedniej ilości realizacji pola losowego opisującego dany parametr, a następnie zmapowaniu tych realizacji na przygotowany model numeryczny i rozwiązaniu wszystkich uzyskanych zadań. Zebrane wyniki pozwalają na oszacowanie momentów rozkładu prawdopodobieństwa odpowiedzi konstrukcji, a często również przybliżenie samego rozkładu, co zgodnie z teorią niezawodności (np. Murzewski 1989), umożliwia również ocenę m.in. prawdopodobieństwa awarii konstrukcji. Metody te, choć wymagające dużych nakładów obliczeniowych, są bardzo uniwersalne. Dotychczas stosowane były (także w pracach współtworzonych przeze mnie) do probabilistycznego modelowania i oceny niezawodności m. in. konstrukcji takich jak skarpa (np. Griffiths i Fenton 2004, Jha i Ching 2013b), fundament (np. Griffiths i Fenton 2004, Pieczyńska-Kozłowska i in. 2015, Kawa i

in. 2016, Kawa i Puła 2020, Chwała i Kawa 2021, Dobrzański i Kawa 2021), ściana oporowa (Fenton i Griffiths 2005, Kawa i in. 2019, Kawa i in. 2021) i innych.

Do identyfikacji stacjonarnego pola losowego modelującego wybrany parametr gruntu S konieczne jest określenie jego zmienności punktowej i struktury korelacji przestrzennej. Tą pierwszą definiuje rozkład prawdopodobieństwa, lub w opisie uproszczonym (słabym) jego dwa pierwsze momenty tj. wartości oczekiwaną μ_S i odchylenie standardowe σ_S . Strukturę korelacyjną definiuje tzw. funkcja autokorelacji zależna od składowych wektora odległości τ pomiędzy badanymi punktami. Sam typ tej funkcji często przyjmowany jest *a priori*; bezpośrednio identyfikuje się jedynie jej parametry tzw. skale fluktuacji. Tego typu identyfikacja wymaga dużej ilości blisko położonych badań – najczęściej do tego celu wykorzystywane są quasi-ciągłe (w kierunku pionowym) sondowania statyczne (CPTu).

Jak wynika z dotychczasowych badań (np. Cherubini 1997; Lloret-Cabot i in. 2014), struktura pola losowego jest anizotropowa tj. wartości skali w dwóch prostopadłych kierunkach głównych są różne. W większości prac (w tym w wyżej wymienionych moich pracach) zakłada się, że kierunki główne anizotropii pola losowego to kierunek poziomy i pionowy (przy czym skala w kierunku pionowym zakładana jest jako większa). Choć założenie to wydaje się naturalne dla typowej struktury gruntu złożonego z poziomych warstw i podwarstw, w przypadkach niektórych gruntów może być błędne. Wpływ odchylenia kierunków anizotropii pola od pionu i poziomu do tej pory sprawdzany był jedynie w kilku pracach, głównie dla skarp (np. Griffiths i in. 2009, Huang i in. 2019, 2021).

W swojej monografii skupiłem się właśnie na opisie anizotropii parametrów gruntu polami losowymi o kierunkach głównych odchylonych od pionu i poziomu, przy czym w pracy proponuję uzupełnienie opisu pola losowego modelującego wybrane parametry gruntu o dodatkową wielkość tj. właśnie kąt odchylenia kierunków głównych anizotropii.

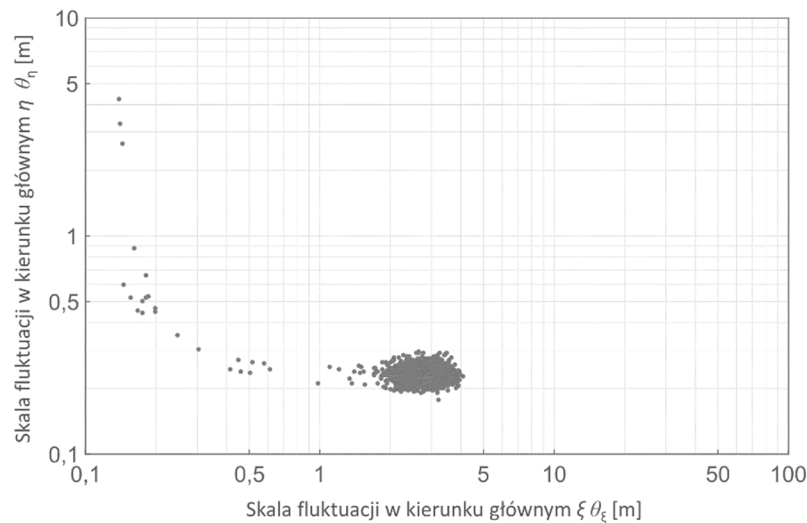
Dwa główne zadania, które sobie postawiłem pisząc pracę to:

- 1) zweryfikowanie możliwości identyfikacji kąta obrotu i skali fluktuacji stacjonarnych pól losowych o odchylonych kierunkach anizotropii na podstawie typowych badań gruntu;**
- 2) ocena wpływu kierunkowej anizotropii pól losowych, w szczególności kąta odchylenia kierunków głównych, na wyniki probabilistycznej odpowiedzi konstrukcji oraz jej niezawodności w przypadku wybranych zagadnień geoinżynierii (w szczególności innych niż stateczność skarpy).**

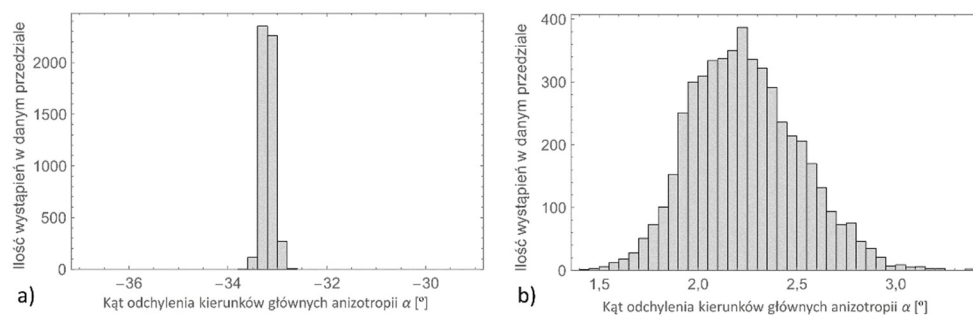
Pierwszy z celów pracy zrealizowałem głównie w rozdziale trzecim monografii. W rozdziale tym metodę najmniejszej wiarygodności w ujęciu Bayesowskim (DeGroot i Baechler 1993, Ching i in. 2018) wraz z zaproponowaną przez Chinga i Chena (2007) procedurą numeryczną nazywaną przez nich „metodą Monte Carlo z przechodzeniem za pomocą łańcuchów Markowa” (ang. transitional Markov chain Monte Carlo, TMCMC) rozszerzyłem na pola o kierunkach głównych odchylonych od pionu i poziomu i wykorzystałem do rozpoznania skali fluktuacji dla tych obróconych kierunków. Te nowe kierunki oznaczyłem symbolami ζ i η , gdzie ζ oznacza kierunek odchylony o kąt α od kierunku poziomego x , a η kierunek odchylony o ten sam kąt od pionowego kierunku y . W celu weryfikacji poprawności metody analizy na tym etapie pracy wykonywałem w oparciu o sztucznie wygenerowane dane w formie pionowych (tj. w oryginalnym kierunku y) profili symulujących fluktuacje pomiarów uzyskanych z badań CPTu.

Jak pokazałem przy założeniu posiadania poprawnej informacji o kącie odchylenia pola rozpoznanie skali fluktuacji przy zastosowaniu zaproponowanej metody skutkuje uzyskaniem rozwiązania (w postaci rozkładu prawdopodobieństwa wiarygodnych wartości) zbieżnego do faktycznych wartości danych zastosowanych do generacji. Zastosowanie analogicznej procedury w sytuacji kiedy informacja o kącie została celowo przyjęta z niewielkim błędem (17° zamiast zastosowanej do generacji profili danych wartości 15°)

proceedzi jednak do znacznego (około 50%) błędu w określeniu jednej ze skali. Przy większym błędie założonego kąta, co w danym przypadku odpowiadało założeniu braku obrotu kierunków głównych pola (założono 0° zamiast 15°), jednej ze skali nie udało się rozpoznać.



Rys. 1. Wyniki identyfikacji skali fluktuacji pola losowego dla modelu W-M na podstawie danych z warstwy 3 badanego gruntu antropogenicznego



Rys. 2. Wyniki identyfikacji pozostałych parametrów modelu W-M na podstawie danych z warstwy 3 gruntu antropogenicznego: a) kąt odchylenia kierunków głównych α , b) parametr gładkości ζ

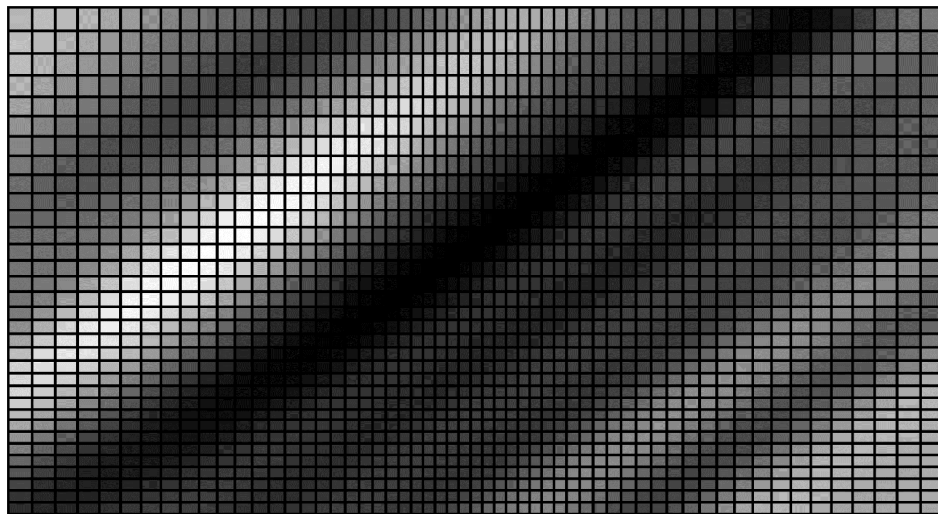
Najważniejszą częścią rozdziału jest zaproponowanie procedury jednoczesnego rozpoznania skali fluktuacji i kąta odchylenia kierunków głównych pola losowego. Jak pokazałem procedura zastosowana do sztucznie wygenerowanych danych (znów w formie pionowych profili CPTu) skutecznie i jednoznacznie wskazała przyjęte do generacji wartości zarówno skali fluktuacji jak i kąta odchylenia kierunków głównych, a dla przyjętego ogólniejszego modelu korelacji Whittle'a-Matérna (W-M) również parametr gładkości samej funkcji. Szczególnie precyzyjnie rozpoznany został kąt odchylenia kierunków głównych anizotropii. Błąd rozpoznania nie przekraczał $0,2^\circ$. Co więcej procedura zakończyła się zbieżnym rozwiązaniem również w sytuacji rozpoznania kąta odchylenia i wartości skali fluktuacji w odchylonych o ten kąt kierunkach głównych w przypadku analizy wyników badań CPTu w rzeczywistym gruncie zwałowym. Warto zaznaczyć, że dla badań tych zbieżne rozwiązanie uzyskałem dopiero po założeniu możliwości obrotu pola (przy braku obrotu rozwiązanie nie było zbieżne). Co ważne, uzyskana wartość kąta w przypadku obu analizowanych warstw gruntu zwałowego osiągnęła znaczne wartości bezwzględne (ok 16° i ok 34°). Przykładowe wyniki uzyskane w efekcie zastosowania zaproponowanej przeze mnie procedury dla danych pomiarowych

ze szczególnie problematycznej warstwy 3, w zakresie określonych za jej pomocą rozkładów prawdopodobieństwa wiarygodnych wartości skali fluktuacji, kątów obrotu i parametrów gładkości funkcji autokorelacji pokazano na rys 1. i 2.

Postawione przeze mnie i rozwiązane w tym rozdziale zagadnienie to zadanie oryginalne, które zgodnie z moją wiedzą nigdy nie było rozważane.

Podsumowując, najważniejsze rezultaty rozdziału trzeciego monografii, w którym w całości realizuję pierwszy z postawionych w pracy celów, są następujące:

1. Wykazałem silny wpływ kąta odchylenia kierunków głównych na zbieżność i błąd procedury identyfikacji skali fluktuacji stacjonarnego pola losowego.
2. Zaproponowałem i zwalidowałem (na sztucznie wygenerowanych danych) metodę pozwalającą na jednoczesną identyfikację wartości skali fluktuacji dla kierunków głównych i kąta obrotu tych kierunków, a w przypadku zastosowania modelu W-M również współczynnika gładkości.
3. Zaprezentowałem na przykładach, że zaproponowana procedura numeryczna pozwalająca na identyfikację skali fluktuacji i kąta obrotu pola losowego jest zbieżna, a w przypadku kąta bardzo precyzyjna, również w zastosowaniu do badań rzeczywistych gruntów. Wskazałem, że w tym ostatnim przypadku możliwość rozpoznania skali fluktuacji może być warunkowana uwzględnieniem kąta obrotu.
4. Wskazałem na ważność problemu identyfikacji kąta odchylenia kierunków głównych anizotropii pola losowego m.in. poprzez pokazanie, że zidentyfikowana wartość tego kąta dla rzeczywistych gruntów może być znaczna.



Rys. 3. Pole losowe wygenerowane zmodyfikowaną metodą szeregu Fouriera dla $\theta_\xi = 10$ m i $\theta_\eta = 1$ m, $\alpha = 35^\circ$ przy założonej funkcji autokorelacji Gaussa

W rozdziale czwartym monografii przedstawiłem opracowaną przez siebie metodę generowania pól losowych o odchylonych kierunkach głównych stanowiącą uogólnienie na takie pola istniejącej metody generacji za pomocą szeregu Fouriera. Pole takie można oczywiście wygenerować istniejącymi algorytmami (co zostało opisane w pracy), a zaproponowane rozszerzenie charakteryzuje się dłuższym czasem generacji niż metoda oryginalna. Metoda zaproponowana przeze mnie posiada jednak rzadką właściwość generowania uśrednień lokalnych dla nieregularnych siatek prostokątnych i w związku z tym stanowi, moim zdaniem, ważne uzupełnienie istniejących metod generowania pól losowych. Przykład pojedynczej realizacji pola losowego o obróconych kierunkach głównych (dla nieregularnej siatki prostokątnej) wygenerowanej tą metodą pokazano na rys. 3.

Zaproponowaną metodę zastosowałem do generowania realizacji pól losowych w analizach przeprowadzonych w kolejnych rozdziałach pracy.

Podsumowując, najważniejszym rezultatem rozdziału czwartego monografii jest zaproponowane przeze mnie rozszerzenie metody generowania uśrednień lokalnych pola losowego za pomocą szeregu Fouriera (pozwalającej generować lokalne uśrednienia pól losowych dla nieregularnej siatki obszarów prostokątnych) na pola o obróconych kierunkach głównych.

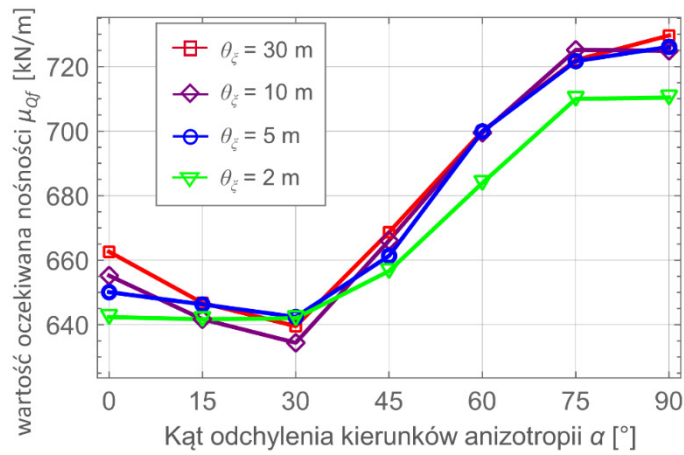
Najbardziej obszerną częścią pracy są analizy numeryczne wybranych zagadnień inżynierii przeprowadzone w kontekście opisu polem losowym o odchylonych kierunkach głównych parametrów ośrodków anizotropowych. Analizy te zawarte w piątym i szóstym rozdziale monografii realizują drugi z celów pracy.

W rozdziale piątym monografii analizowałem nośność szorstkiej ławy fundamentowej na podłożu sprężysto idealnie plastycznym. Właściwie sformułowałem i rozwiązałem dwa osobne zadania, przyjmując funkcję plastyczności odpowiednio typu Treski lub Coulomba-Mohra. We wszystkich zadaniach nośność określana była jako maksymalna wartość reakcji w przemieszczanych węzłach modelujących fundament. Dla większości przypadków założyłem brak możliwości obrotu fundamentu, ale analizowałem również przypadki z możliwością takiego obrotu. Choć dla większości zadań funkcję autokorelacji przyjąłem typu Gaussa, przeanalizowałem również efekt zmiany typu (gładkości) tej funkcji na model eksponencjalny. Polami losowymi o odchylonych kierunkach głównych w obu tych zadaniach opisane są parametry wytrzymałości, tj. odpowiednio dla kryterium Treski – wytrzymałość na ścinanie c_u , a dla kryterium Coulomba-Mohra – kohezja c i kąt tarcia wewnętrznego φ . Dla obu zadań analizowałem osiem przypadków skali fluktuacji stanowiących kombinacje czterech skali w pierwszym kierunku głównym θ_ξ , tj. 2 m, 5 m, 10 m i 30 m oraz dwóch skali w drugim kierunku głównym θ_η , tj. 0,25 m i 1 m. Uzyskane w ten sposób pary skali fluktuacji stanowią typowe wartości pojawiające się w literaturze i obejmują zarówno przypadki silnej, jak i słabej anizotropii (np. Cami i in. 2020). Dla każdej z tych par obliczenia przeprowadziłem dla siedmiu wartości kąta odchylenia głównych kierunków anizotropii pola α od 0° do 90° , co 15° .

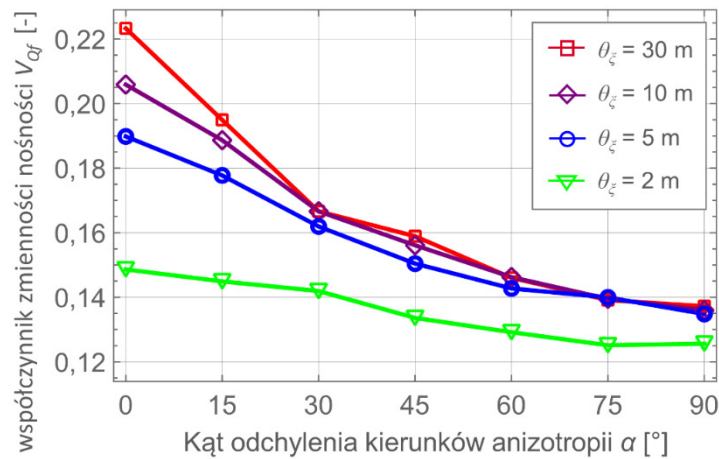
W podstawowym zadaniu założyłem funkcję autokorelacji Gaussa i brak możliwości obrotu fundamentu. Dla każdej z 56 serii obliczeniowych (8 skali fluktuacji \times 7 kątów α) przeprowadziłem $N=3000$ symulacji (obliczenia każdej serii zajmowały około doby na ośmiordzeniowej stacji roboczej). Poszczególne zadania brzegowe rozwiązywałem w środowisku FLAC (Itsaca, 2011) stosując metodę losowych różnic skończonych (RFDM). Wyniki poszczególnych serii pozwoliły na oszacowanie wartości oczekiwanej μ_{Q_f} i współczynnika zmienności V_{Q_f} nośności. Oszacowałem również rozkład prawdopodobieństwa nośności, a także nośność obliczeniową fundamentu Q_d , dla której prawdopodobieństwo awarii fundamentu p_f nie przekracza wartości $7.2 \cdot 10^{-5}$ (wartość ta wynika z wartości wskaźnika niezawodności $\beta=3.8$ zalecanego w normie EC0 (2002) dla stanów granicznych nośności typowych konstrukcji).

Ciekawe wyniki uzyskałem w zakresie przebiegu wartości oczekiwanej μ_{Q_f} nośności jako funkcji kąta odchylenia α . Przykładowe wyniki w tym zakresie pokazuje rys. 4. Jak widać, wykresy dla różnych wartości większej głównej skali fluktuacji $\theta_{\xi\eta}$ przy tej samej wartości skali θ_η układają się wokół jednej wspólnej krzywej. Efekt zależności μ_{Q_f} od α ma jednak w większości wypadków mniejszy wpływ na szacowaną nośność obliczeniową Q_d niż przebieg funkcji współczynnika zmienności nośności V_{Q_f} . Przykładowy przebieg tej funkcji pokazano na rys 5. Jak widać, współczynnik ten maleje wraz ze wzrostem kąta

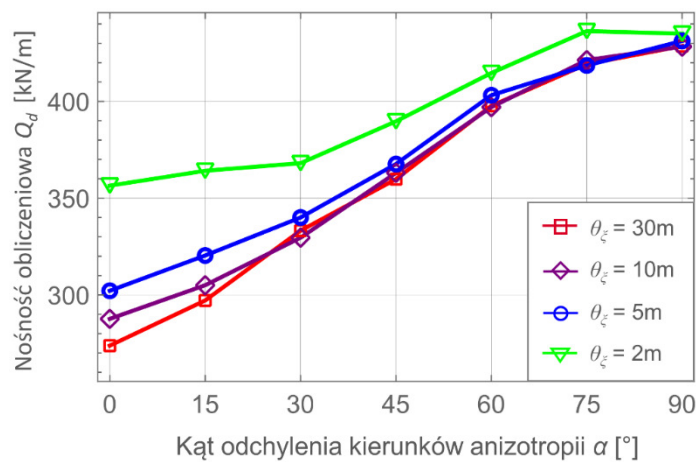
odchylenia kierunków głównych. W konsekwencji w większości przypadków najmniejsze wartości nośności obliczeniowej Q_d uzyskiwane są dla kąta $\alpha=0^\circ$. Oznacza to, że zakładany do tej pory brak obrotu pola jest dla analizowanych przypadków założeniem konserwatywnym. Typowy wykres zależności Q_d od α pokazuje rys. 6.



Rys. 4. Wartość oczekiwana nośności μ_{Qf} jako funkcja α dla $\theta_\eta = 0,25$ m i różnych wartości θ_ξ

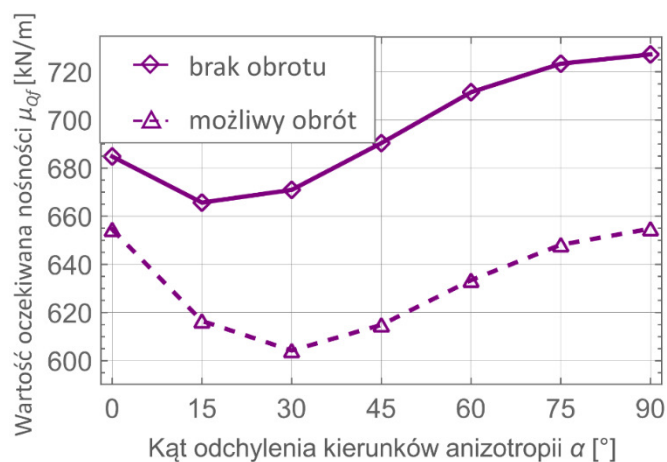


Rys. 5. Wartość oczekiwana nośności μ_{Qf} jako funkcja α dla $\theta_\eta = 0,25$ m i różnych wartości θ_ξ

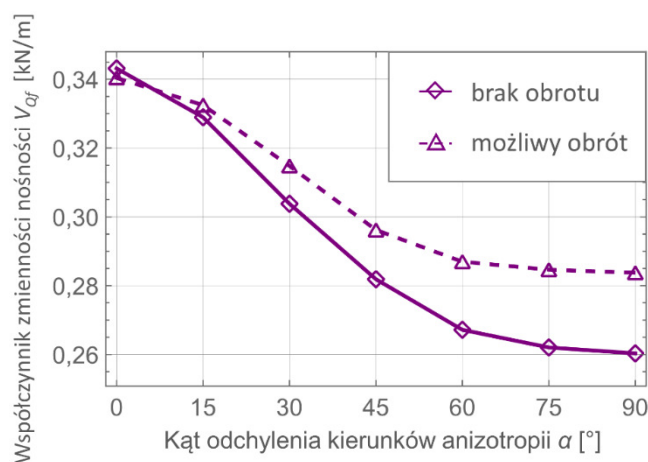


Rys. 6. Wartość nośności obliczeniowej Q_d jako funkcja α dla $\theta_\eta = 0,25$ m i różnych wartości θ_ξ

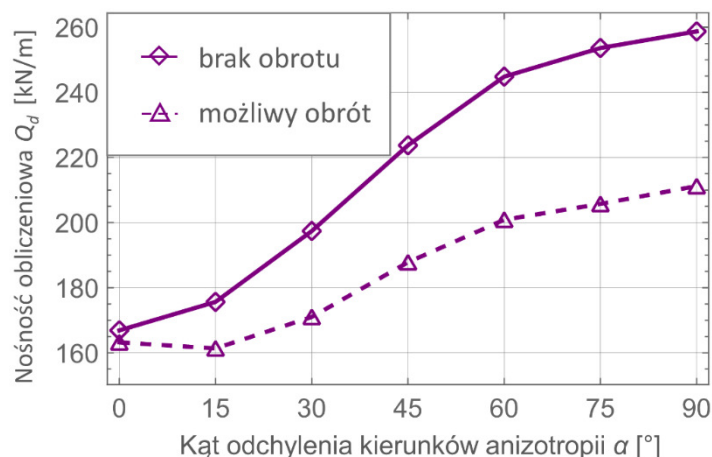
Odbiegające od przedstawionych powyżej wyniki uzyskałem dla jednego z analizowanych przypadków dla funkcji plastyczności Coulomba-Mohra, dla którego dopuściłem możliwość obrotu bloku fundamentowego (modelowanego blokiem fundamentowym podpartym tylko w pojedynczym węźle) podczas wciskania go w grunt. Dla przypadku tego uzyskałem silną zależność wartości oczekiwanej nośności od kąta α (znacznie silniejszą niż w przypadku bez możliwości obrotu), a wartości oczekiwane nośności μ_{Qf} dla kilku analizowanych wartości kąta α większych od 0° były istotnie mniejsze niż te uzyskiwane dla 0° . Porównanie wartości oczekiwanych uzyskanych dla fundamentów z możliwością obrotu i bez tej możliwości przedstawia rys. 7. Współczynnik zmienności nośności V_{Qf} dla przypadku z możliwością obrotu zachowywał się jednak podobnie jak w przypadku z zablokowanym obrotem, tj. monotonicznie spadał wraz ze wzrostem kąta α , co pokazano na rys. 8. Pomimo tego monotonicznego spadku współczynnika zmienności, wpływ silnego spadku wartości oczekiwanych powyżej 0° był w tym przypadku na tyle duży, że najmniejsze wartości nośności obliczeniowej Q_d dla przypadku z możliwością obrotu uzyskałem nie dla $\alpha = 0^\circ$, ale (choć niewiele mniejsze) dla $\alpha = 15^\circ$. Tym samym pokazałem, że istnieją przypadki w których założenie braku kąta obrotu pola losowego opisującego parametry gruntu pod fundamentem nie jest konserwatywne i prowadzi do sytuacji niebezpiecznej. Porównanie wyników nośności obliczeniowej Q_d uzyskanych znów dla przypadku z możliwością obrotu i jej brakiem pokazano na rys. 9.



Rys. 7. Porównanie wartości oczekiwanej nośności μ_{Qf} jako funkcji kąta α dla fundamentu usztywnionego oraz fundamentu z możliwością obrotu. Dla obu wykresów $\theta_\xi = 10$ m, $\theta_\eta = 1$ m



Rys. 8. Porównanie współczynnika zmienności nośności V_{Qf} jako funkcji kąta α dla fundamentu usztywnionego oraz fundamentu z możliwością obrotu. Dla obu wykresów $\theta_\xi = 10$ m, $\theta_\eta = 1$ m



Rys.9. Porównanie nośności obliczeniowej Q_d jako funkcji kąta α dla fundamentu usztywnionego oraz fundamentu z możliwością obrotu. Dla obu wykresów $\theta_z = 10$ m, $\theta_\eta = 1$ m

Warto wspomnieć, że w trakcie pisania monografii pojawiły się pierwsze prace rozważające zagadnienia podobne do przedstawionych w tym rozdziale, tj. dotyczące analizy fundamentów na polach losowych o obróconych kierunkach głównych. Są to praca Ghazavi i in. (2021) oraz praca Luo i Luo (2021). Analizy przeprowadzone przeze mnie są oryginalne, dotyczą innych przypadków i zakresów parametrów (są również znacznie szersze), a ponadto weryfikują krytycznie wnioski płynące z cytowanych prac (niektóre tezy wręcz obalają). Z drugiej strony pojawienie się tych prac świadczy o aktualności tematyki podjętej przeze mnie w monografii.

Podsumowując, najważniejsze rezultaty osiągnięte przeze mnie w rozdziale piątym monografii są następujące:

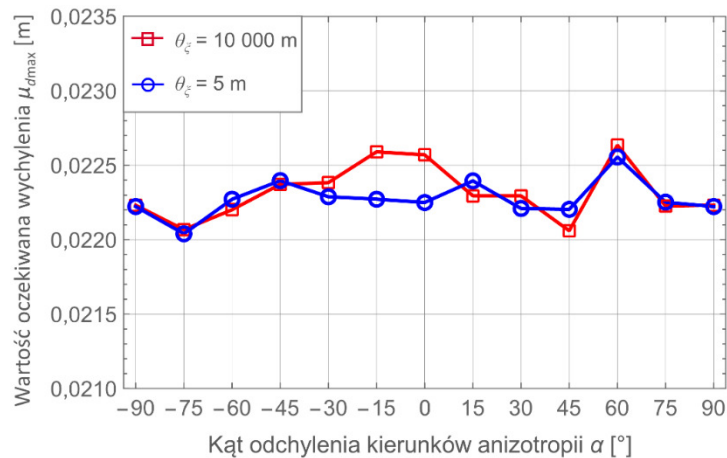
1. Pokazałem, na podstawie wyników szeregu zagadnień brzegowych, w jaki sposób kąt odchylenia kierunków głównych anizotropii pola losowego od pionu i poziomu wpływa na statystyki opisowe nośności fundamentu ławowego oraz nośność obliczeniową określoną dla zadanego wskaźnika niezawodności.
2. Wykazałem, że w przypadku fundamentu ławowego (w szczególności takiego, dla którego uwzględniono możliwość obrotu bloku podczas wciskania w podłoże opisane funkcją plastyczności Coulomba-Mohra) pominięcie odchylenia kierunków głównych anizotropii pola losowego modelującego parametry gruntu nie zawsze jest podejściem konserwatywnym

W rozdziale szóstym analizowałem zagadnienie zabezpieczenia głębokiego wykopu za pomocą niekotwionej ściany szczelinowej. Aby właściwie ocenić rozważane przemieszczenia gruntu zamodelowałem za pomocą modelu Hardening Soil-small (HSs), opracowanego przez Benza (2007) i będącego jednym z najbardziej zaawansowanych współczesnych modeli numerycznych gruntu. Wymiary zadania oraz niektóre parametry losowe w zadaniu przyjąłem podobnie jak w jednej z moich poprzednich prac (Kawa i in. 2021). Istotną różnicą było jednak zamodelowanie parametrów gruntu za pomocą pól o kierunkach głównych odchylonych od pionu i poziomu. Podobnie jak we wspomnianej wcześniejszej pracy polem losowymi opisywano kąt tarcia wewnętrznego φ' , a dla wybranych przypadków również moduł sztywności gruntu E_0 . Przyjąłem zależność od tych wartości również innych parametrów gruntu takich jak współczynnik parcia bocznego gruntu normalnie skonsolidowanego K_0^{NC} , kąta dylatacji, czy pozostałych modułów

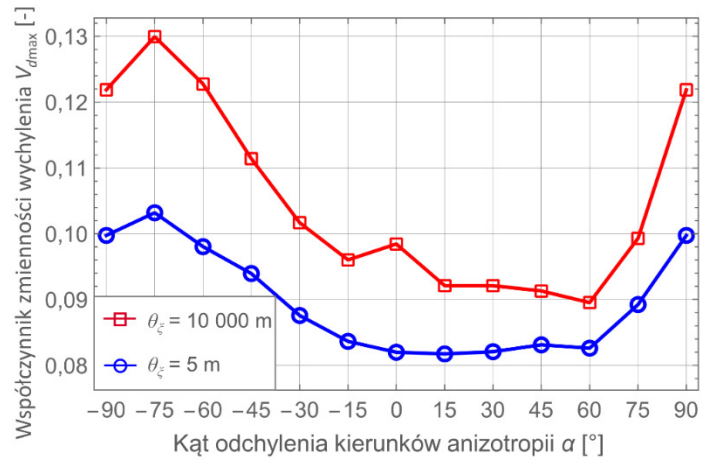
szywności gruntu wykorzystywanych w modelu HSs. W rozdziale analizowałem ponadto wpływ typu (gładkości) funkcji autokorelacji na wyniki probabilistyczne.

Analizy przeprowadziłem metodą losowych elementów skończonych (RFEM) w programie Z-Soil (ZACE Service 2016), w którym model HSs jest dostępny. Ze względu na znacznie bardziej skomplikowane obliczenia i związany z tym dłuższy czas potrzebny do ich wykonania (pojedyncza seria $N=3000$ obliczeń zajmowała tym razem około 7 dni na ośmiordzeniowej stacji roboczej) tym razem analizowałem jedynie dwie pary skali fluktuacji, tj. θ_ξ przyjąłem jako 5 m lub 10 000 m, a θ_η przyjąłem w obu przypadkach jako 0,5 m (co stanowi typową wartość dla piasków). Dla każdego z tych przypadków analizowałem kąty odchylenia kierunków anizotropii α w zakresie od -90° do 90° co 15° . Liczba symulacji dla każdej serii obliczeniowej (spośród $12 \times 2 = 24$ serii), ponownie wynosiła $N = 3000$.

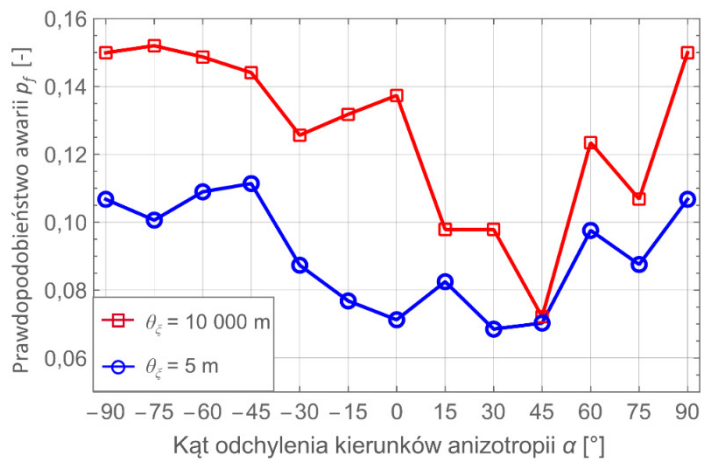
Bezpośredniej analizie w zadaniu podlegały wybrane przemieszczenia w tym wychylenia ściany d_{\max} oraz maksymalny moment zginający w ścianie M_{\max} . Wyniki poszczególnych serii pozwoliły na oszacowanie wartości oczekiwanych i współczynników zmienności tych wielkości jako funkcji kąta odchylenia kierunków głównych pola α . Oszacowałem również rozkład prawdopodobieństwa nośności, oraz na jego podstawie określiłem prawdopodobieństwo awarii stanów granicznych użyteczności (związane m. in. z przekroczeniem dopuszczalnego wychylenia ściany) i nośności (związane z przekroczeniem dopuszczalnego momentu zginającego). W celu określenia prawdopodobieństwa awarii wartości dopuszczalne (graniczne) wychylenia ściany przyjąłem jako $d_{\max, \text{crit}} = 0,025$ m, a momentu jako $M_{\max, \text{crit}} = 170$ kNm. Uzyskane wyniki dla momentów rozkładów odpowiedzi konstrukcji oraz oszacowanego prawdopodobieństwa awarii przedstawiłem w funkcji kąta α . Przykładowe wykresy uzyskanych wartości oczekiwanych oraz współczynników zmienności wychylenia i momentu, a także wartości prawdopodobieństwa awarii związanych z odpowiednimi stanami granicznymi w funkcji kąta α pokazują rys. 10-15.



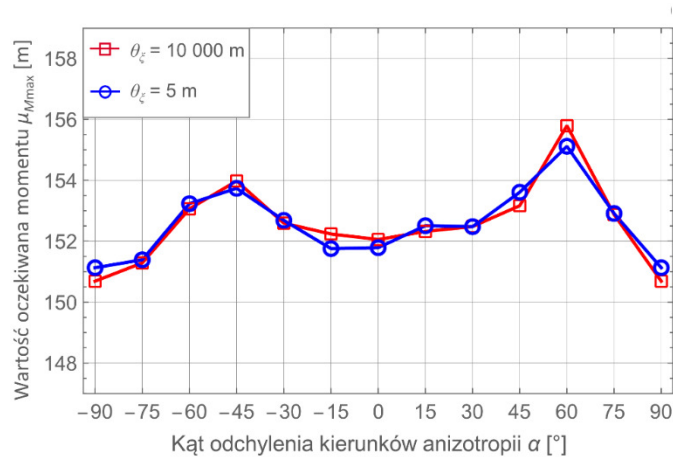
Rys. 10. Wartość oczekiwana wychylenia $\mu_{d_{\max}}$ jako funkcja α dla $\theta_\eta = 0,5$ m i rozważanych wartości θ_ξ



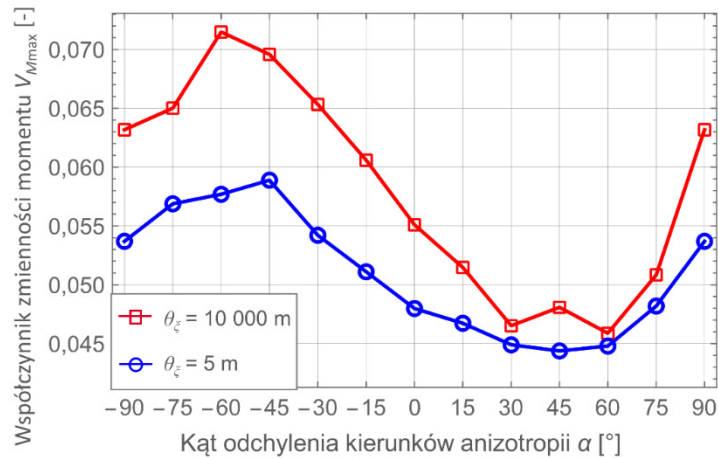
Rys. 11. Współczynnik zmienności wychyleń V_{dmax} jako funkcja α dla $\theta_{\eta} = 0,5$ m i rozważanych wartości θ_{ζ}



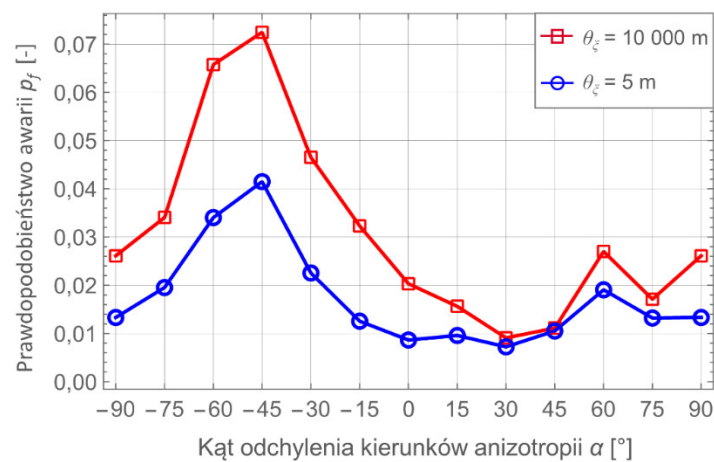
Rys. 12. Prawdopodobieństwo awarii (wywołanej zbyt dużym wychYLENIEM ściany) określone na podstawie oszacowanych rozkładów wychyleń dla wartości krytycznej $d_{maxcrit} = 0,025$ m



Rys. 13. Wartość oczekiwana momentu μ_{Mmax} jako funkcja α dla $\theta_{\eta} = 0,5$ m i rozważanych wartości θ_{ζ}



Rys. 14. Współczynnik zmienności momentu V_{Mmax} jako funkcja α dla $\theta_\eta = 0,5$ m i rozważanych wartości θ_ζ



Rys. 15. Prawdopodobieństwo awarii (wywołanej zbyt dużym momentem w ścianie) określone na podstawie oszacowanych rozkładów wychylenia dla wartości krytycznej $M_{maxcrit} = 170$ kNm

Najważniejszym wnioskiem płynącym z rozdziału jest stwierdzenie, że przy rozważanym zagadnieniu właściwie nigdy przyjęcie braku obrotu kierunków głównych anizotropii pola (tj. $\alpha = 0^\circ$) nie jest założeniem konserwatywnym. Choć najniebezpieczniejsze kąty obrotu są w niektórych przypadkach na tyle duże, że wydają się mało prawdopodobne, również mniejsze kąty odchylenia (podobne do tych zidentyfikowanych w rozdziale trzecim dla rzeczywistych gruntów) istotnie zwiększają prawdopodobieństwo awarii względem sytuacji w której kąt $\alpha = 0^\circ$. Oczywiście problem dotyczy jedynie gruntów w których kąt odchylenia kierunków głównych anizotropii rzeczywiście może wystąpić.

Warto zwrócić uwagę, że zagadnienie podejmowane w tym rozdziale jest całkowicie oryginalnym zadaniem, które jak do tej pory nie pojawiło się w literaturze w kontekście pól o odchylonych kierunkach głównych. Wartość uzyskanych rozwiązań dodatkowo podnosi zastosowanie modelu HSs, który w zadaniach rozwiązywanych metodą RFEM pojawił się jak do pory jedynie w kilku pracach (np. Sert 2016), w tym wcześniejszej wymienionej pracy mojego współautorstwa (Kawa i in. 2021)

Podsumowując, najważniejsze rezultaty osiągnięte przeze mnie w rozdziale szóstym monografii są następujące:

1. Pokazałem, na podstawie wyników szeregu zagadnień brzegowych dotyczących zabezpieczenia głębokiego wykopu, w jaki sposób kąt odchylenia kierunków głównych anizotropii pola losowego od pionu i poziomu wpływa na statystyki opisowe i prawdopodobieństwo awarii związane z trzema analizowanymi

wielkościami, tj. wychyleniem ściany, maksymalnym osiadaniem za ścianą oraz maksymalnym momentem zginającym w ścianie.

2. Wykazałem, że w przypadku zagadnienia zabezpieczenia głębokiego wykopu pominięcie odchylenia kierunków głównych anizotropii pola losowego modelującego parametry gruntu nie jest podejściem konserwatywnym

4.2. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowych (z wyłączeniem tych zawartych w pkt 4.1)

Poza omówioną w poprzednim punkcie monografią mam również dokonania autorskie i współautorskie w innych tematach. Najważniejsze z nich zostały omówione poniżej wraz z przedstawieniem prac naukowych, w których zostały opublikowane.

4.2.1. Rozwijanie opisu anizotropii wytrzymałości mikrostruktury warstwowej i murowej

Tematyka mojej pracy doktorskiej związana była z anizotropią wytrzymałości skał i gruntów z mikrostrukturą warstwową. W trakcie studiów doktoranckich na przełomie lat 2005/2006 odbyłem pięciomiesięczny staż na McMaster University w Hamilton w Kanadzie, gdzie pracowałem pod kierownictwem prof. Stanisława Pietruszczaka nad niezależnym, choć w pewnym sensie bliskim tematycznie doktoratowi, problemem opisu anizotropii wytrzymałości kompozytu periodycznego modelującego ścianę z cegieł (nazywanego dalej mikrostrukturą murową). Wyniki badań uzyskanych w ramach tego stażu opublikowane zostały w pracy Kawy i in. (2008), która została ukończona w lipcu 2007 i zaraz potem opublikowana online się online (na dwa miesiące przed ukończeniem pracy doktorskiej). W pracy tej zajmowałem się głównie podejściem mikromechaniki do zagadnienia stanu granicznego (i rozwiązując je jak zadanie optymalizacji wypukłej) oraz do opisu makroskopowego, podczas gdy mój współautor Babak Shieh-Beygi weryfikował moje podejścia mikroskopowe numerycznie, a szef zespołu współautorów, tj. prof. Pietruszak nadzorował całość prac i redagował pracę. Część z opublikowanych w pracy wyników rozszerzyłem (m. in. o badania stanów granicznych mikrostruktury blokowej) i zawarłem w swojej pracy doktorskiej, stanowią one jednak część niezależną i raczej pośrednio związaną z głównym tematem pracy (rozdział 7-my pracy doktorskiej).

Tematykę opisu anizotropii wytrzymałości struktury warstwowej i murowej rozwijałem również po doktoracie. W zakresie mikrostruktury warstwowej np. w pracy Kawy i Tankiewicz (2009) (współautorka była w tym okresie studentką studiów magisterskich i zajmowała się obliczeniami numerycznymi, a ja nadzorowałem te prace oraz byłem głównym autorem pracy), gdzie sprawdzano wpływ kąta upadu warstw mikrostruktury na wartość siły w kotwi zabezpieczenia głębokiego wykopu, a także w pracy autorskiej (Kawa 2012), w której analizowałem trójwymiarowe zagadnienie brzegowe — nośność stropy na gruncie o mikrostrukturze warstwowej z uwzględnieniem przestrzennego nachylenia mikrostruktury. Tematyka ta była również podejmowana w referatach konferencyjnych z prof. Dariuszem Łydzką (promotorem pracy doktorskiej). W pracy Łydzby i Kawy (2011) zaproponowaliśmy ogólną koncepcję opisu materiałów z mikrostrukturą warstwową

polegającą na sformułowaniu kryterium dla tych materiałów jako koniunkcji kryterium Jaegera (1960) oraz drugiego kryterium anizotropowego (prof. Łydźba był pomysłodawcą oraz nadzorował prace a ja głównym wykonawcą i redaktorem pracy). W pracy Kawy i Łydźby (2013) skupiliśmy się (przy podobnym jak poprzednio podziale prac) na implementacji numerycznej takiego kryterium w środowisku FLAC (Itasca, 2011). Swoje doświadczenie wykorzystałem również później we współpracy z doktorantką Matyldą Tankiewicz, co miało efekt w postaci pracy Tankiewicz i Kawy (2017), w której zidentyfikowaliśmy kryterium makroskopowe gruntu z mikrostrukturą warstwową na podstawie wyników badań laboratoryjnych (ja nadzorowałem prace i współredagowałem artykuł). W kontekście dalszego rozwoju prac na opisem materiałów z mikrostrukturą murową, na szczególną uwagę zasługuje praca Kawy (2014). W pracy tej wykorzystując podejście wypracowane na stażu w Kanadzie, zaadaptowałem do opisu mikrostruktury murowej koncepcję przedstawioną wcześniej dla materiałów warstwowych. W oparciu o tą koncepcję, pokazując, że struktura murowa jest częściowo mikrostrukturą warstwową, zaproponowałem dla tej ostatniej opis wytrzymałości w postaci koniunkcji kryterium Jaegera (1960) oraz kryterium Tsai i Wu (1971). Jak pokazano w pracy uzyskane kryterium dobrze zgadza się z wynikami dolnego oszacowania kierunkowej wytrzymałości mikrostruktury murowej obciążonej w planie.

Podsumowując, najważniejszymi rezultatami tego osiągnięcia są następujące:

- 1. Zaproponowana (we współpracy z prof. Łydźbą) ogólna postać kryteriów wytrzymałości mikrostruktury warstwowej jako koniunkcji kryterium Jaegera i innego anizotropowego kryterium wytrzymałości.**
- 2. Wykorzystanie tej postaci do opisu mikrostruktury murowej za pomocą koniunkcji kryterium Jaegera (1960) i Kryterium Tsai-Wu (1971).**

4.2.2. Analizy probabilistyczne zagadnień brzegowych w przypadku gruntów o mikrostrukturze warstwowej

Bezpośrednio po doktoracie zająłem się również wykorzystaniem opisu anizotropii mikrostruktury warstwowej w analizie probabilistycznej stanów granicznych konstrukcji zlokalizowanych w gruntach z taką mikrostrukturą. Wyniki oszacowania współczynnika bezpieczeństwa zabezpieczenia głębokiego wykopu ze względu na niepewność prawidłowego rozpoznania kąta upadu mikrostruktury warstwowej opublikowane zostały w pracy Kawy i in. (2010), gdzie byłem pomysłodawcą, nadzorowałem i redagowałem prace. Na uwagę zasługuje również moja autorska praca (Kawa, 2015) w której analizowane są wartości współczynników bezpieczeństwa stopy fundamentowej ze względu na niepewność rozpoznania przestrzennego kierunku nachylenia warstw mikrostruktury. W pracy tej zaproponowałem iteracyjną metodę określenia prawdopodobieństwa awarii konstrukcji opartą na metodzie ważonej regresji zaproponowanej w pracy Kaymaza i McMahona (2005). W obydwu wymienionych wyżej pracach wykazano duży wpływ niepewności kierunku uwarstwienia mikrostruktury warstwowej na prawdopodobieństwo awarii czy współczynnik bezpieczeństwa konstrukcji zlokalizowanych w podłożu z taką mikrostrukturą.

Nieco inne podejście zaproponowane zostało we współautorskiej pracy Kawy i Łydźby (2015), byłem wykonawcą obliczeń i głównym redaktorem pracy, w którym gruntowy ośrodek kohezyjny modelowano jako układ warstw o poziomym przebiegu i różnej

miąższości (będącej przedmiotem studium parametrycznego) oraz losowej (przyjmowanej niezależnie dla każdej warstwy) wartości spójności dla której przyjęto jednostajny rozkład prawdopodobieństwa. Takie uproszczenie opisu pozwoliło na zastosowanie podejścia kinematycznego do określenia nośności fundamentu ławowego przy czym dla każdej realizacji losowych warstw poszukiwano optymalnego kształtu dla przyjętego mechanizmu zniszczenia. Jak pokazano dla miąższości warstw zbiegającej do zera rozwiązanie odpowiada uzyskiwanemu dla materiału kohezyjnego z kryterium Jaegera (1960) tj. materiału złożonego z matrycy o średniej wartości spójności z płaszczyznami osłabienia o wytrzymałości odpowiadającej minimalnej przyjętej wartości kohezji.

Podsumowując, najważniejszymi rezultatami tego jest:

- 1. Wykazanie istotnego wpływu niepewności kata nachylenia warstw w gruntach z mikrostrukturą warstwową na prawdopodobieństwo awarii a tym samym współczynnik bezpieczeństwa konstrukcji inżynierskich zlokalizowanych w takich gruntach (we współpracy z dr Matyldą Tankiewicz).**
- 2. Zaproponowanie uproszczonego opisu gruntu jako struktury złożonej z warstw o losowych parametrach (we współpracy z prof. Łydźbą)**

4.2.3. Zastosowania metody losowych elementów lub różnic skończonych do analizy fundamentów i ścian oporowych

Od około 2016 interesowałem się tematyką zastosowania metody losowych elementów lub różnic skończonych do modelowania probabilistycznego zagadnień geoinżynierskich oraz określania niezawodności konstrukcji geotechnicznych. Prace związane z tą tematyką skupiły się wokół dwóch głównych tematów tj. modelowania probabilistycznego ław i stóp oraz probabilistycznego modelowania ścian oporowych.

Pierwszą opublikowaną przeze mnie pracą z tego zakresu dotyczącą tematu trójwymiarowego modelowania fundamentów była współautorska praca Kawy i in. (2016) dotycząca modelowania stopy fundamentowej na przestrzennie zmiennym podłożu. W pracy ten nadzorowałem obliczenia doktoranta oraz byłem głównym redaktorem. Temat ten został następnie znacznie rozwinięty i opublikowany w postaci pracy Kawy i Puły (2020) dotyczącej trójwymiarowego modelowania probabilistycznego w warunkach przestrzennie zmiennego podłoża zarówno ław jak i stóp fundamentowych. Wraz z prof. Wojciechem Pułą przedstawiliśmy w niej m. in. efekt modelowania ograniczonej długości ławy fundamentowej na wyniki probabilistyczne. Przy pracy tej zajmowałem się obliczeniami numerycznymi oraz redakcją około połowy rozdziałów. Praca ta opublikowana relatywnie niedawno jest obecnie jedną z moich najczęściej cytowanych prac (32-36 cytowań w zależności od bazy). W mojej kolejnej opublikowanej pracy, która powstała we współpracy z dr Marcinem Chwałą (Chwała i Kawa 2021) analizy trójwymiarowe z wykorzystaniem metody różnic skończonych podłoża uwarstwionego (za które byłem odpowiedzialny) posłużyły do weryfikacji wyników oszacowania kinematycznego z przestrzennym uśrednieniem, tzw. metody losowych mechanizmów zniszczenia (ang. random failure mechanism method, RFMM). W pracy poza obliczeniami numerycznymi formułowem wstęp i wnioski oraz byłem sprawdzającym sugerowałem poprawki w pozostałych rozdziałach, Na uwagę zasługuje również moja kolejna współautorska praca z moim byłym dyplomantem, który obecnie jest doktorantem w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN (Dobrzański i Kawa 2021) dotycząca rzadko do tej pory podejmowanej tematyki analizy probabilistycznej ławy fundamentowej spoczywającej na przestrzennie zmiennym podłożu, lecz obciążonej w sposób mimośrodowy. Choć analiza w tym zadaniu

ograniczała się do gruntów opisanych kryterium Treski, w wynikach dla małych mimośrodów uzyskano ciekawe efekty nieliniowe. W pracy tej nadzorowałem obliczenia numeryczne doktoranta i byłem redaktorem znacznej części pracy.

Jak wspominałem drugą podejmowaną przeze mnie tematyką w ramach tego osiągnięcia było probabilistyczne modelowanie ścian oporowych. Pierwszą moją współautorską pracą z tego zakresu jest opublikowany referat konferencyjny Kawy i in. (2017). Pełny tekst dotyczący rozszerzonej analizy tego zagadnienia opublikowano w artykule tych samych autorów (Kawa i in. 2019a) dotyczącą modelowania przemieszczeń i momentów w ścianie szczelnej umieszczonej w przestrzennie zmiennym gruncie opisanym modelem Colomba-Mohra. W pracach tych byłem odpowiedzialny za obliczenia numeryczne oraz za redakcję znacznej części pracy. Wkrótce temat ten rozwinąłem we współpracy z prof. Wojciechem Pułą oraz prof. Andrzejem Trutym z Politechniki Krakowskiej zastępując w zadaniu model Colomba-Mohra bardziej zaawansowanym modelem Hardening Soil small (HSs) zaproponowanym przez Benza (2007), który pozwala na bardziej precyzyjne określenie przemieszczeń gruntu i związanych z nim konstrukcji. Pierwsze wyniki współpracy opublikowane zostały w referacie konferencyjnym (Kawa i in. 2019b), a ostateczne pełne wyniki opublikowano w późniejszej pracy Kawy in. (2021). Obecnie temat ten jest dalej rozwijany. Pierwsze wyniki kolejnej pracy opublikowano w artykule konferencyjnym Kawy i in. (2022). We wszystkich tych pracach współtworzyłem koncepcję, przygotowywałem dane do obliczeń numerycznych oraz przeprowadzałem analizę wyników. Współredagowałem również same prace.

Podsumowując, najważniejszymi rezultatami tego współautorskiego osiągnięcia jest:

- 1. Rozwinięcie zastosowań metody losowych elementów lub różnic skończonych na symulacje dotyczące nośności stóp i łąw w zagadnieniach trójwymiarowych oraz mimośrodkowo obciążonych łąw w zagadnieniach płaskich**
- 2. Wskazanie na ważność problemu trójwymiarowego modelowania łąw w sytuacji przestrzennie zmiennych gruntów. Wykazanie nieliniowych zachowań przy małych mimośrodkach obciążenia**
- 3. Rozwinięcie zastosowań metody losowych elementów lub różnic skończonych na symulacje dotyczące ścian oporowych**
- 4. Wskazanie na ważność stanów granicznych użyteczności konstrukcji oporowych w kontekście niezawodności tych konstrukcji**

4.2.4. Określenie właściwości probabilistycznych gruntów antropogenicznych i naturalnych

Wraz z zainteresowaniem tematyką metodami symulacyjnymi zająłem się również określeniem właściwości probabilistycznych gruntu: w szczególności skali fluktuacji czy sposobów probabilistycznego wydzielenia podwarstw. Obiektem mojego zainteresowania w tym zakresie stały się przede wszystkim grunty zwałowe hałd kopalni odkrywkowych, co jest efektem współpracy dr Ireną Bagińską, specjalistką w zakresie badań sondą statyczną (CPTu) oraz gruntów zwałowych. Nasza współpraca zaowocowała kolejnymi pracami, tj. pracą Bagińskiej i in. (2016) dotyczącą wyznaczenia pionowej skali fluktuacji w gruntach zwałowych na podstawie badań CPTu, referat konferencyjny Bagińskiej i in. (2018) rozszerzający tematykę do identyfikacji wartości obu skali fluktuacji w takim gruncie, czy napisana we współpracy z prof. Dariuszem Łydzką praca Bagińskiej i in. (2020) dotycząca właśnie probabilistycznego wydzielenia podwarstw (podstref) w gruncie

zwałowym metodą dekonwolucji (Bobko i Ulm 2008). We wszystkich tych pracach byłem współtwórcą koncepcji, byłem odpowiedzialny za analizy statystyczne oraz redakcję znacznych części publikacji. Efektem tej współpracy była również praca napisana wspólnie z dr Joanną Pieczyńską – Kozłowską (Pieczyńska-Kozłowska i in. 2021) dotycząca identyfikacji informacji probabilistycznych (takich jak rozkład prawdopodobieństwa czy skala fluktuacji) dotyczących parametrów wytrzymałości gruntu rodzimego na podstawie transformacji informacji uzyskiwanych z sondowań CPTu. Tutaj nadzorowałem prace, redagowałem wnioski i oraz współredagowałem prace.

Podsumowując, najważniejszymi rezultatami tego współautorskiego osiągnięcia jest:

- 1. Wykazanie możliwości oceny skali fluktuacji w gruncie zwałowym**
- 2. Wykazanie możliwości redukcji niepewności odnośnie wartości parametrów gruntu zwałowego przez wydzielenie podwarstw metodą dekonwolucji**
- 3. Wskazanie na możliwość określenia parametrów pola losowego wytrzymałości gruntu poprzez transformację parametrów uzyskiwanych z sondowań statycznych.**

4.3.Literatura cytowana w autoreferacie

- Bagińska, I., Kawa, M., Janecki, W. (2016). Estimation of spatial variability of lignite mine dumping ground soil properties using CPTu results. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 38(1), 3-13.
- Bagińska, I., Kawa, M., Janecki, W. (2018). Estimation of spatial variability properties of mine waste dump using CPTu results – case study w: M.A. Hicks, F. Pisanò, J. Peuchen (eds.), *Cone penetration testing 2018. Proceedings of the 4th International Symposium on Cone Penetration Testing*, 21-22 June, 2012, Delft, The Netherlands, London: CRC Press, 109–115.
- Bagińska, I., Kawa, M., Łydźba, D. (2020). Identification of soil types and their arrangement in overburden heaps using the deconvolution approach and CPTu tests results. *Engineering Geology*, 276, 105759.
- Benz, T. (2007). *Small-Strain Stiffness of Soils and its Numerical Consequences*, PhD thesis, Institut für Geotechnik, Universität Stuttgart.
- Bobko, C., Ulm, F. J. (2008). The nano-mechanical morphology of shale. *Mechanics of Materials*, 40(4-5), 318-337.
- Cami, B., Javankhoshde, S., Phoon, K. K., Ching, J. (2020). Scale of fluctuation for spatially varying soils: Estimation methods and values. *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering*, 6(4), 03120002.
- Cherubini, C. (1997). Data and considerations on the variability of geotechnical properties of soils. w: *Proceedings of the international conference on safety and reliability*, ESRE. Oxford: Pergamon, 97, 1583–1591.
- Ching, J., Chen, Y. C. (2007). Transitional Markov chain Monte Carlo method for Bayesian model updating, model class selection, and model averaging. *Journal of Engineering Mechanics*, 133(7), 816–832.
- Ching, J., Wu, T. J., Stuedlein A. W., Bong, T. (2018). Estimating horizontal scale of fluctuation with limited CPT soundings. *Geoscience Frontiers*, 9(6), 1597–1608.
- Chwała, M., Kawa, M. (2021). Random failure mechanism method for assessment of working platform bearing capacity with a linear trend in undrained shear strength. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 13(6), 1513–1530.

- DeGroot, D. J., Baecher, G. B. (1993). Estimating autocovariance of in-situ soil properties. *Journal of Geotechnical Engineering*, 119(1), 147–166.
- Delhomme, J. P. (1979). Spatial variability and uncertainty in groundwater flow parameters: A geostatistical approach. *Water Resources Research*, 15(2), 269–280.
- Dobrzański, J., Kawa, M. (2021). Bearing capacity of eccentrically loaded strip footing on spatially variable cohesive soil. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 43(4), 425–437.
- EC0 (2002) EN 1990 Eurocode – Basis of structural design. European Committee for Standardization
- Fenton, G. A., Griffiths, D. V., Williams M. B. (2005). Reliability of traditional retaining wall design. *Géotechnique*, 55(1), 55–62.
- Fenton G. A., & Griffiths, D. V. (2008). Risk assessment in geotechnical engineering. New York: John Wiley & Sons
- Ghazavi, M., Moghaddam, P. T., Dehkordi, P. F. (2021). Stochastic Analysis for Bearing Capacity Determination of Shallow Foundations on Thin-Tilted Anisotropic Soils. *International Journal of Geomechanics*, 21(8), 04021145.
- Griffiths, D. V., Fenton, G. A. (1993). Seepage beneath water retaining structures founded on spatially random soil. *Geotechnique*, 43(4), 577–587.
- Griffiths, D. V., Fenton, G. A. (2001). Bearing capacity of spatially random soil: the undrained clay Prandtl problem revisited. *Géotechnique*, 51(4), 351–359.
- Griffiths, D. V., Fenton, G. A. (2004). Probabilistic slope stability analysis by finite elements. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 130(5), 507–518.
- Griffiths, D. V., Schiermeyer, R. P., Huang, J., Fenton, G. A. (2009). Influence of anisotropy and rotation on probabilistic slope stability analysis by RFEM. Proceedings of GeoHalifax. The 62. *Canadian Geotechnical Conference and 10. Joint CGS/IAH-CNC Groundwater Conference*, Halifax, NS (Canada), 20-23 Sep. 2009, 542–546
- Huang, L., Cheng, Y. M., Leung, Y. F., Li, L. (2019). Influence of rotated anisotropy on slope reliability evaluation using conditional random field. *Computers and Geotechnics*, 115, 103133.
- Huang, L., Cheng, Y. M., Li, L., Yu, S. (2021). Reliability and failure mechanism of a slope with non-stationarity and rotated transverse anisotropy in undrained soil strength. *Computers and Geotechnics*, 132, 103970.
- ISO 2394:2015 (2015). *General Principles on Reliability of Structures*. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland
- Itasca, FLAC (2011). Fast Lagrangian analysis of continua. Itasca Consulting Group Inc., Minneapolis.
- Jaeger, J. C. (1960). Shear failure of anisotropic rocks. *Geological magazine*, 97(1), 65-72.
- Jha, S. K., Ching, J. (2013a). Simulating spatial averages of stationary random field using the Fourier series method. *Journal of Engineering Mechanics*, 139(5), 594–605.
- Jha, S. K., Ching, J. (2013b). Simplified reliability method for spatially variable undrained engineered slopes. *Soils and Foundations*, 53(5), 708–719.
- Kawa, M. (2012). The three-dimensional analysis of the bearing capacity of the square footing located in geomaterials with a layered microstructure. *AGH Journal of Mining and Geoengineering*, 36(2), 155-160.
- Kawa, M. (2014). Failure criterion for brick masonry: A micro-mechanics approach. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 36(3), 37-48.
- Kawa, M. (2015). Reliability analysis of bearing capacity of square footing on soil with strength anisotropy due to layered microstructure. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 37(4), 19-28.

- Kawa, M., Bagińska, I., Wyjadłowski, M. (2017). The reliability analysis of sheet pile wall located in soil with random properties based on CPTu results. *Engineering Transactions*, 65(1), 193-200.
- Kawa, M., Bagińska, I., Wyjadłowski, M. (2019a). Reliability analysis of sheet pile wall in spatially variable soil including CPTu test results. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 19, 598–613.
- Kawa M., Łydźba, D., (2013). Efficient and numerically stable anisotropic failure criterion for micro layered rock. In *ISRM International Symposium-EUROCK 2013*. OnePetro, 441-446.
- Kawa, M., & Łydźba, D. (2015). Evaluation of bearing capacity of strip footing using random layers concept. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 37(3), 31-39.
- Kawa, M., Puła, W. (2020). 3D bearing capacity probabilistic analyses of footings on spatially variable $c-\phi$ soil. *Acta Geotechnica*, 15(6), 1453–1466.
- Kawa, M., Pietruszczak, S., Shieh-Beygi, B. (2008). Limit states for brick masonry based on homogenization approach. *International Journal of Solids and Structures*, 45(3-4), 998-1016.
- Kawa, M., Puła, W., Suska, M. (2016). Random analysis of bearing capacity of square footing using the LAS procedure. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 38(3), 3–13.
- Kawa, M., Puła, W., Truty, A., (2019b). Reliability assessment of serviceability limit state for diaphragm wall using hardening soil (HS) model. w *Geotechnical Engineering foundation of the future Proceedings of the XVII ECSMGE*, 1-8
- Kawa, M., Puła, W., Truty, A. (2021). Probabilistic analysis of the diaphragm wall using the hardening soil-small (HSs) model. *Engineering Structures*, 232, 111869.
- Kawa, M., Puła, W., & Truty, A. (2022). Probabilistic analysis of an anchored diaphragm wall installed in normally consolidated sands. w *ISGSR 2022: 8th International Symposium on Geotechnical Safety and Risk : Geotechnical Risk: Big-data, Machine Learning and Climate Change*, 14-16 December 2022 Newcastle, Australia, 285-290
- Kawa, M., Tankiewicz, M. (2009). Zastosowanie mikrostrukturalnego kryterium wytrzymałości do oceny zabezpieczenia skarpy wykonanej w ile warwowym. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 33(1), 325-332.
- Kawa, M., Różański, A., Tankiewicz, M. (2010). Niezawodność posadowienia w iłach warwowych. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 34(2), 351-358.
- Kaymaz, I., McMahon, C. A. (2005). A response surface method based on weighted regression for structural reliability analysis. *Probabilistic Engineering Mechanics*, 20(1), 11-17.
- Lloret-Cabot M. F, Fenton, G. A., Hicks, M. A. (2014). On the estimation of scale of fluctuation in geostatistics. *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, 8(2), 129–140.
- Luo, N., Luo, Z. (2021). Reliability analysis of embedded strip footings in rotated anisotropic random fields. *Computers and Geotechnics*, 138, 104338.
- Łydźba, D., Kawa, M. (2011). Failure mechanism of sedimentary rocks: micromechanics approach. In *2nd International Symposium On Computational Geomechanics (COMGEO II)*, Cavtat–Dubrovnik, 27-29.
- Pieczynska-Kozłowska, J., Puła, W., Griffiths, D. V., Fenton, G. A. (2015). Influence of embedment, self-weight and anisotropy on bearing capacity reliability using the random finite element method. *Computers and Geotechnics*, 67, 229–238.
- Pieczynska-Kozłowska, J., Bagińska, I., Kawa, M. (2021). The identification of the uncertainty in soil strength parameters based on CPTu measurements and random fields. *Sensors*, 21(16), 5393.

- Sert, S., Luo, Z., Xiao, J., Gong, W., Juang, C. H. (2016). Probabilistic analysis of responses of cantilever wall-supported excavations in sands considering vertical spatial variability. *Computers and Geotechnics*, 75, 182–191
- Srivastava, A., Babu, G. S. (2009). Effect of soil variability on the bearing capacity of clay and in slope stability problems. *Engineering Geology*, 108(1–2), 142–152.
- Tankiewicz, M., Kawa, M. (2017). Identification of anisotropic criteria for stratified soil based on triaxial tests results. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 39(3), 59-65.
- Tsai, S. W., Wu, E. M. (1971). A general theory of strength for anisotropic materials. *Journal of composite materials*, 5(1), 58-80.
- Vanmarcke, E. H. (1983). Random fields – Analysis and Synthesis. Cambridge: MIT Press.
- ZACE Services Ltd. (2016), Lausanne, Switzerland, ZSOIL®. User manual ZSoil.PC v2016. Soil, Rock and Structural Mechanics in dry or partially saturated media.

4.4.Podsumowanie wkładu habilitanta w dyscyplinę Inżynieria lądowa, geodezja i transport

- Głównie moje osiągnięcie będące podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, stanowi autorska monografia naukowa opublikowana w roku 2023, szczegółowo omówiona w pkt 4.1.4. niniejszego załącznika.
- Poza tym w skład mojego dorobku naukowego wchodzi 14 artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach z listy MNiSW w latach 2008-2021 (punktacja od 2018 r. 70-200 pkt.), w tym 7 prac w czasopismach z IF (6 po uzyskaniu stopnia doktora). Mój udział w wymienionych pracach wynosi od 33% do 100%, przy czym udział w pracach z IF wynosi od 33% do 50%. Sumaryczny IF publikacji wynosi 33,436, (po podzieleniu na autorów 13,107). Moje prace są cytowane w znaczących czasopismach światowych o czym świadczy sumaryczna liczba 175 cytowań wg Bazy Scopus (135 po usunięciu autocytowań wszystkich autorów) i 152 wg. Web of Science (115 po usunięciu cytowań wszystkich autorów). Mój index Hirscha wg WoS i Scopus wynosi 8 (7 po usunięciu autocytowań wszystkich autorów). Szczegółowa lista publikacji znajduje się w załączniku 3. (punkt II.2 i II.4).
- Jestem autorem kilunastu recenzji publikacji opracowanych dla renomowanych wydawnictw światowych, m. in. *Acta Geotechnica* (IF=5,856), *International Journal of Geomechanics* (IF=3,918), *Archives of Civil and Mechanical Engineering* (IF=4,024). Szczegółowy wykaz prac recenzowanych przeze mnie znajduje się w załączniku 3. (punkt II.13).

Za najważniejszy wkład wnoszony do dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport (w szczególności wnoszony przez monografię stanowiącą główne osiągnięcie naukowe) uważam zaproponowane rozszerzenie opisu przestrzennie zmiennych właściwości gruntu polami losowymi o dodatkowy parametr w postaci kąta odchylenia głównych kierunków anizotropii od pionu i poziomu. Rozszerzenie to stanowi istotne rozwinięcie istniejącej metody projektowania konstrukcji geoinżynierskich na podstawie teorii niezawodności (ang. reliability based design), która, moim zdaniem, wyznacza jeden z obecnych kierunków rozwoju projektowania w budownictwie. W swojej monografii przedstawiłem w szczególności kompletną procedurę numeryczną jednoczesnej identyfikacji wspomnianego kąta obrotu oraz skali fluktuacji pola losowego modelującego parametry gruntu. Proponowaną procedurę można zastosować wykorzystując wyniki powszechnie wykonywanych badań *in situ*, tj. sondowań statycznych. W pracy pokazałem, że w pewnych rodzajach podłoża odchylenie

kierunków głównych od pionu i poziomu rzeczywiście występuje, a kąt będący jego miarą może osiągać znaczne wartości. Wykazałem również, że wartość tego kąta wpływa w sposób istotny na niezawodność konstrukcji. Wprowadzone rozszerzenie pozwala na dokładniejszy opis zmienności przestrzennej właściwości gruntu, a tym samym na poprawę bezpieczeństwa projektowanych konstrukcji geoinżynierskich.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Dłuższe naukowe staże zagraniczne zrealizowałem w okresie przez uzyskaniem stopnia doktora. Były to:

- 5-cio miesięczny staż w McMaster University w Hamilton w Kanadzie, październik 2005-marzec 2006. Efektem tego stażu jest praca:
Kawa, M., Pietruszczak, S., Shieh-Beygi, B. (2008). Limit states for brick masonry based on homogenization approach. *International Journal of Solids and Structures*, 45(3-4), 998-1016.
- 1-Miesięczny staż naukowy na Polytech Lille w Lille we Francji lipiec 2007. Staż miał na celu zebranie materiałów do weryfikacji przydatności mikrostrukturalnego kryterium wytrzymałości materiałów z mikrostrukturą i odbywał się pod opieką promotora, prof. Dariusza Łydzby. W trakcie stażu dokonywałem również ostatnich poprawek (po recenzjach) w powyższej publikacji. Główne efekty stażu zostały bezpośrednio wykorzystane w mojej pracy doktorskiej. Pośrednio zdobyte doświadczenie pomogło mi m.in. w pracach:
Kawa, M. (2012). The three-dimensional analysis of the bearing capacity of the square footing located in geomaterials with a layered microstructure. *AGH Journal of Mining and Geoengineering*, 36(2), 155-160.
Tankiewicz, M., Kawa, M. (2017). Identification of anisotropic criteria for stratified soil based on triaxial tests results. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 39(3), 59-65.

W okresie po doktoracie wielokrotnie współpracowałem z instytucjami krajowymi. Były to m. in.:

- Współpraca z zespołem pod przewodnictwem prof. Marka Cały z Akademi Górniczo-Hutniczej w Krakowie w ramach zlecenia „Badania skał łupkowych dla identyfikacji zmiany mikrostruktury pod wpływem obciążenia wraz z oceną właściwości mechanicznych mezostruktury i mikrostruktury.”, która zaowocowała pracą:
Cała, M., Cyran, K., Kawa, M., Kolano, M., Lydzba, D., Pachnicz, M., Walach, D. (2017). Identification of microstructural properties of shale by combined use of X-ray micro-CT and nanoindentation tests. w *ISRM European Rock Mechanics Symposium-EUROCK 2017*. OnePetro, 735-743.
- Współpraca z prof. Andrzejem Trutym z Politechniki Krakowskiej, która zaowocowała pracami:
Kawa, M., Puła, W., Truty, A., (2019b). Reliability assessment of serviceability limit state for diaphragm wall using hardening soil (HS) model. w *Geotechnical Engineering foundation of the future Proceedings of the XVII ECSMGE*, 1-8
Kawa, M., Puła, W., Truty, A. (2021). Probabilistic analysis of the diaphragm wall using the hardening soil-small (HSs) model. *Engineering Structures*, 232, 111869.

Kawa, M., Puła, W., & Truty, A. (2022). Probabilistic analysis of an anchored diaphragm wall installed in normally consolidated sands. w *ISGSR 2022: 8th International Symposium on Geotechnical Safety and Risk : Geotechnical Risk: Big-data, Machine Learning and Climate Change*, 14-16 December 2022 Newcastle, Australia, 285-290

Jak wspominałem powyżej współpraca ta wciąż trwa. W szczególności w chwili obecnej wykonywane są obliczenia numeryczne, które wykorzystane zostaną w kolejnej pracy autorów.

- Współpraca z mgr. Jędrzejem Dobrzańskim, moim byłym dyplomantem, a obecnie doktorantem w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, która zaowocowała pracą

Dobrzański, J., Kawa, M. (2021). Bearing capacity of eccentrically loaded strip footing on spatially variable cohesive soil. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 43(4), 425–437.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

6.1. Osiągnięcia dydaktyczne

- Prowadziłem liczne formy zajęć dydaktycznych na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej a także na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii tejże uczelni. Znaczną część zajęć prowadziłem w języku angielskim. Moje zajęcia były wysoko oceniane przez studentów. W sumie prowadziłem ponad 20 odrębnych kursów, w tym 6 w języku angielskim, tj:
 - Theory and Practice in Geomechanics/Soil mechanics – Wykład
 - Theory and Practice in Geomechanics/Soil mechanics – Ćwiczenia Terenowe
 - Selected Topics in Structural Mechanics – Ćwiczenia
 - Selected Topics in Structural Mechanics – Wykład
 - Underground Structures - Urban Infrastructure – Projekt
 - Underground Structures - Urban Infrastructure – Wykład
 - BIM in Civil Engineering – Laboratorium
 - Statyka Budowli II – Laboratorium
 - Statyka Budowli II – Ćwiczenia
 - Specjalne Konstrukcje Geoinżynierskie – Projekt
 - Specjalne Konstrukcje Geoinżynierskie – Wykład
 - Mechanika Gruntów – Projekt
 - Mechanika Gruntów – Laboratorium
 - Mechanika Górotworu – Laboratorium
 - Metody Numeryczne w Mechanice – Laboratorium
 - Metody Numeryczne w Mechnice – Wykład
 - Komputerowe Wspomaganie Projektowania w Geotechnice – Laboratorium
 - Podstawy Budownictwa Podziemnego i Inżynierii Miejskiej – Projekt
 - Podstawy Budownictwa Podziemnego i Inżynierii Miejskiej – Wykład
 - Budownictwo Podziemne – Projekt
 - Budownictwo Podziemne – Wykład
- W ramach projektu ZPR PWr - Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Wrocławskiej w 2018 opracowałem ze szczególną starannością i udostępniłem studentom materiały do kursu Theory and Practice in Geomechanics. Ponadto właściwie

do każdego kursu sporządzam dodatkowe materiały, notatki, prezentacje, przykłady udostępniane studentom, co zintensyfikowało się w okresie pandemii.

- Byłem jak do tej pory opiekunem około 70 prac dyplomowych, około 60 prac inżynierskich i ok. 10 prac magisterskich (w tym dwóch po angielsku). Pomimo raczej krytycznego (przynajmniej moim zdaniem) stosunku do pracy studentów (często nanoszone poprawki, wymagany wysoki poziom ostatecznej wersji pracy, umiarkowanie w wysokim ocenianiu studentów) jestem bardzo chętnie wybieranym promotorem. W efekcie często prowadziłem 5 lub nawet więcej prac dyplomowych w jednym semestrze. Liczba rocznie prowadzonych dyplomów właściwie nigdy nie zeszła poniżej 3.

Prace, którymi się opiekowałem były wielokrotnie zgłaszane do konkursów. W 2014 r. praca inżynierska Pani inż. Emili Świtek, realizowana pod moją opieką, została uhonorowana Nagrodą Przewodniczącego Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w konkursie Constructor Temporis Futuri.

Od wielu lat jestem również członkiem komisji dyplomowej

- Często brałem udział w organizacji programów nauczania (między innymi przy Europejskich studiach STRAINS – Advanced Solid Mechanics) oraz wielokrotnie wykonywałem dodatkowe materiały dla studentów. Szczególną łatwością w szybkim przejściu na system nauki zdalnej wykazałem się w okresie pandemii.
- Wielokrotnie organizowałem wyjazdy i wyjścia dydaktyczne dla studentów.
- Jestem promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim Pana Huberta Szabowicza

6.2. Osiągnięcia organizacyjne

- Wielokrotnie brałem udział w organizacji konferencji jako członek komitetów organizacyjnych i naukowych. W sumie w okresie po doktoracie brałem udział w organizacji ponad 10 konferencji (oraz dwóch w trakcie studiów doktoranckich) w tym konferencji międzynarodowych EUROCK 2013 i MLRA 2021 oraz cyklicznych konferencji krajowych o nazwie Zimowa Szkoła Mechaniki Górotworu i Geoinżynierii. Pełny spis konferencji, w których organizacji brałem udział przedstawiłem w załączniku nr 3 (punkt II.8).
- Brałem również udział w innych pracach na rzecz Wydziału i Katedry. W latach 2016-2020 byłem członkiem Rady Wydziału. Pomagałem przy organizacji Konferencji Dziekanów Wydziałów Budownictwa, redagowałem stronę Pracowni i Katedry. Przygotowywałem ofertę badawczą Katedry itd.
- Od 2014 r. jestem również członkiem redakcji czasopisma o zasięgu międzynarodowym i wieloletniej tradycji, tj. *Studia Geotechnica et Mechanica*. Na skutek działań redakcji (m.in. moich) czasopismo ciągle podnosi swoją rangę. W tym roku wg zapewnień Clarivate Analytics ma otrzymać Impact Factor.
- Za swoje prace organizacyjne wielokrotnie byłem odznaczany nagrodą rektora (listę nagród zawarłem w ostatnim punkcie autoreferatu).

6.3. Osiągnięcia popularyzujące naukę

- Od jego powstania ok. roku 2008 jest opiekunem lub współopiekunem Koła Naukowego „Mole” poświęconego zagadnieniom geotechnicznym. Koło zawiesiło działalność na czas pandemii ale wznowiło działalność w bieżącym roku. W ramach działalności Koła:
 - Wielokrotnie współorganizowałem wykłady oraz eventy popularyzujące naukę z zakresu szeroko pojętej geotechniki. Często zapraszaliśmy naukowców aby

mówili o swoich doświadczeniach i pokazywali jak naukę można stosować w praktyce. Popularyzacją nauki zajmowali się również nasi studenci wykonując prezentacje dotyczące wybranych przez siebie zagadnień. W szczytowej formie aktywności koło tj. ok. roku 2016 odbywały się ok. dwie prezentacje studenckie tygodniowo. Współorganizowałem również eventy promujące naukę. We współpracy z kołem „Aquaductus” zajmującym się tematyką budownictwa wodnego nasze koło organizowało np. w latach 2014-2018 r. cykliczny event pt. „Dzień Geotechnika i Hyrotechnika”

- Zachęcałem studentów, członków Koła (wraz z innymi opiekunami Koła) do udziału w konferencjach studenckich, w tym międzynarodowych. Jeśli nasi studenci brali udział w takim wydarzeniu często opiekowałem się ich pracami. M.in. opiekowałem się pracą Pana Huberta Szabowicza (który w tym czasie był moim dyplomantem i prezesem Koła Naukowego), którą prezentował na międzynarodowej konferencji w Taszkencie tj.:
Slope stability analysis in the case of probabilistic and semi-probabilistic design method XXII International Scientific Conference Construction the Formation of Living Environment (FORM-2019): Tashkent, Uzbekistan, April 18-21, 2019
 - Zachęcałem również studentów, członków Koła do udziału w konkursach, w tym międzynarodowych. W r. 2019 członkowie koła Hubert Szabowicz i Jakub Rainer wzięli udział w konkursie organizowanym przez The Engineering Practice of Risk Assessment and Management Committee of the International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE TC304) w ramach konferencji European Safety and Reliability Conference (ESREL) 22-26 Sept. 2019. Praca konkursowa została nagrodzona wyróżnieniem.
 - Byłem opiekunem/współautorem publikacji popularno-naukowej „Grunt jako ośrodek losowy” napisanej na podstawie prowadzonej przeze mnie pracy dyplomowej Pana Jędrzeja Dobrzańskiego. Artykuł ten opublikowano w czasopiśmie Builder w 12.2018.
 - Wielokrotnie pisałem publikacje ze studentami i doktorantami, które prezentowane były na konferencjach i/lub publikowane. Kilka z tych prac już wymieniłem. M. in. była to wspomniana już powyżej praca z Panią dr Matyldą Tankiewicz pisana kiedy jeszcze była studentką studiów magisterskich:
Kawa, M., Tankiewicz, M. (2009). Zastosowanie mikrostrukturalnego kryterium wytrzymałości do oceny zabezpieczenia skarpy wykonanej w ile warwowym. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 33(1), 325-332.
7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

Działalność inżynierska

Posiadam uprawnienia budowlane w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do projektowania bez ograniczeń (nr ew. 4/DOŚ/15) oraz do kierowanie robotami budowlanymi bez ograniczeń (nr. ew. DOŚ/0043/WBKb/16).

Jestem członkiem Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa. W latach 2015-2018 poza działalnością na uczelni byłem projektantem budowy i przebudowy kilkudziesięciu budynków i obiektów budowlanych budownictwa mieszkalnego jedno- i wielorodzinnego a także obiektów budownictwa przemysłowego i użyteczności publicznej w zakresie konstrukcji (żelbet, stal, drewno i geotechnika). Wybrane projekty przedstawiłem w załączniku 3 (punkt II.7). Jestem również autorem wielu opracowań o

charakterze ekspertyzowym, z których część również przedstawiono w załączniku 3 (punkt III.2). Ze swoich doświadczeń korzystam przy prowadzeniu zajęć.

Aktywność z pozyskiwaniu krajowych i międzynarodowych grantów badawczych

Kilkakrotnie byłem współautorem wniosków o dofinansowanie do projektów krajowych (2010 (Własny), 2011 (OPUS), 2013 (SONATA), 2014 (SONATA-BIS), 2016 (TANGO)) i europejskich (2022 (MSCA Doctoral Network)). Jak do tej pory moje wnioski (choć często kwalifikowane dość wysoko) nie uzyskały dofinansowania.

Nagrody

- Za działalność publikacyjną zostałem trzykrotnie laureatem programu „Primus”, działanie 2 i dwukrotnie programu „Primus”, działanie 1.
- W latach 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 i 2022 otrzymywałem nagrody Rektora Politechniki Wrocławskiej za wyróżniające osiągnięcia naukowe / dydaktyczne / organizacyjne,
- W 2008 r. otrzymałem nagrodę Rektora Politechniki Wrocławskiej za pracę doktorską.

Odznaczenia i wyróżnienia

2022 Medal Brązowy za Długoletnią Służbę nadawany przez Prezydenta RP (wręczenie 28.03.2023)

.....
(podpis wnioskodawcy)