



Politechnika
Wroclawska

Oferta badawcza

Katedry Geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa
Podziemnego i Wodnego (K09W02D06)



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Pracownia Geomechaniki i Budownictwa Podziemnego

- Badania laboratoryjne oceny cech fizycznych i mechanicznych ośrodka gruntowego
- Badania terenowe gruntów
- Interpretacje wyników badań polowych
- Badania materiałów w skali mikro i nano
- Analiza numeryczna złożonych problemów geo- i hydrotechnicznych (2D i 3D)



Badania laboratoryjne oceny cech fizycznych i mechanicznych ośrodka gruntowego

między innymi:

- *badania trójosiowe (aparaty ELE Int.)*
- *badania aparatem bezpośredniego ścinania (ZAN Kraków)*
- *badania jednoosiowe w prasie*
- *badania wskaźnika zagęszczenia aparatem Proctora (ZAN Kraków)*
- *badania edometryczne (edometry Mechanix s.c i ciężkie Matest)*
- *badania współczynnika filtracji (metodami bezpośrednimi oraz z przebiegu procesu konsolidacji w edometrze)*
- *badania ciśnienia i wskaźnika pęcznienia*
- *badania stanu, granic Atterberga, gęstości, wilgotności oraz składu granulometrycznego gruntów drobno - gruboziarnistych*
- *badania dyspersyjności gruntów za pomocą testu otworkowego - Pinhole Test*

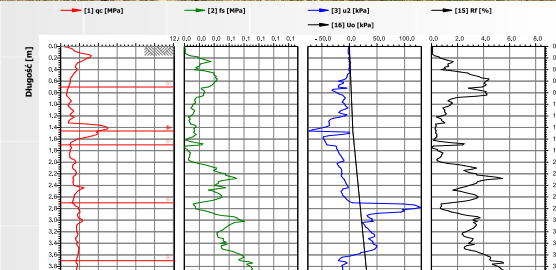


Badania gruntów *in-situ*

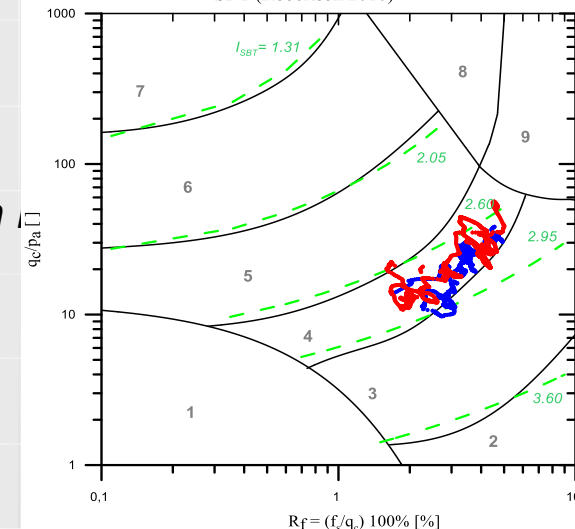
- sondowania statyczne sondami CPTU, SCPTU
- sondowania dynamiczne DPL, DPH, DPSH
- wiercenia mechaniczne
- badania właściwości cieplnych ciał stałych i płynów

Interpretacje wyników badań

- ocena profilu gruntowego wraz z poborem prób gruntowych.
- rozpoznania cech fizycznych i mechanicznych podłoża gruntowego *in situ* poprzez sondowania statyczne CPTU oraz sondowania z modułem sejsmicznych SCPTU.
- wydzielanie (na podstawie badań CPTu) składników w przypadku mocno zmieszanych gruntów antropogenicznych
- ocena stanu zagęszczenia i konsystencji gruntów rodzimych antropogenicznych metodami polowymi *in situ*.
- ocena przydatności do robót ziemnych gruntów w złożach.
- ocena stanu zagęszczenia nasypów gruntowych oraz prowadzenie nadzorów nad robotami ziemnymi.



SBT (Robertson 2010)



Badania materiałów w skali mikro i nano

Badania z wykorzystaniem tomografu komputerowego X-RAY:

- *możliwość badania relatywnie dużych próbek*
- *analiza statystyczna oraz identyfikacja ilościowa struktury materiału,*
- *analiza struktury wewnętrznej materiałów takich jak drewno, beton, tworzywa, kompozyt i wiele innych*
- *analiza morfometryczna wybranych składników/faz materiału, np. przestrzeni porowej*
- *wysoka rozdzielczość skanów – wykrywalność szczegółów nawet do 200 nm*



***Dwulampowy mikrotomograf komputerowy
GE phoenix v|tome|x s***

Badania materiałów w skali mikro i nano

Badania z wykorzystaniem tomografu komputerowego X-RAY:

- *analiza struktury wewnętrznej materiałów takich jak drewno, beton, tworzywa, kompozyt i wiele innych*
- *analiza morfometryczna wybranych składników/faz materiału, np. przestrzeni porowej*
- *wysoka rozdzielczość skanów – wielkość piksela nawet 500 nm.*

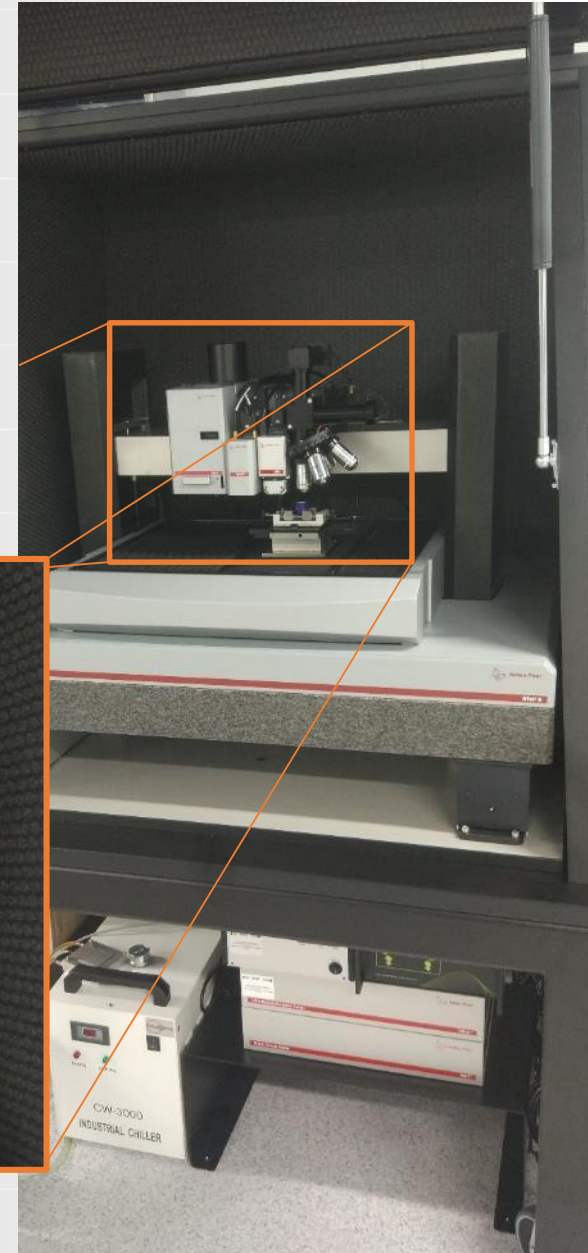
Nastółowy mikro-nano-tomograf komputerowy Bruker Skyscan 1172



Badania materiałów w skali mikro i nano

Badania właściwości mechanicznych materiałów w zakresie od ultra-nano do mikro:

- *identyfikacja cech materiałowych (twardość, moduł sprężystości, zarysowanie) w skali na poziomie od ultra-nano do mikro,*
- *testy typu: twardość, scratch oraz zużycia w pełnym zakresie obciążeń, identyfikacja parametrów materiałowych w zakresie liniowym i nieliniowym oraz uzyskiwanie charakterystyk np. w zakresie sprężystym i lepko-sprężystym*
- *obrazowanie powierzchni mikroskopem sił atomowych*



Ultra nanoindenter + Scratch + AFM

Badania materiałów w skali mikro i nano



Badania właściwości mechanicznych materiałów w zakresie od ultra-nano do mikro:

- *identyfikacja cech materiałowych (twardość, moduł sprężystości) w skali nano do mikro,*
- *charakterystyki materiałowe w zakresie liniowym*

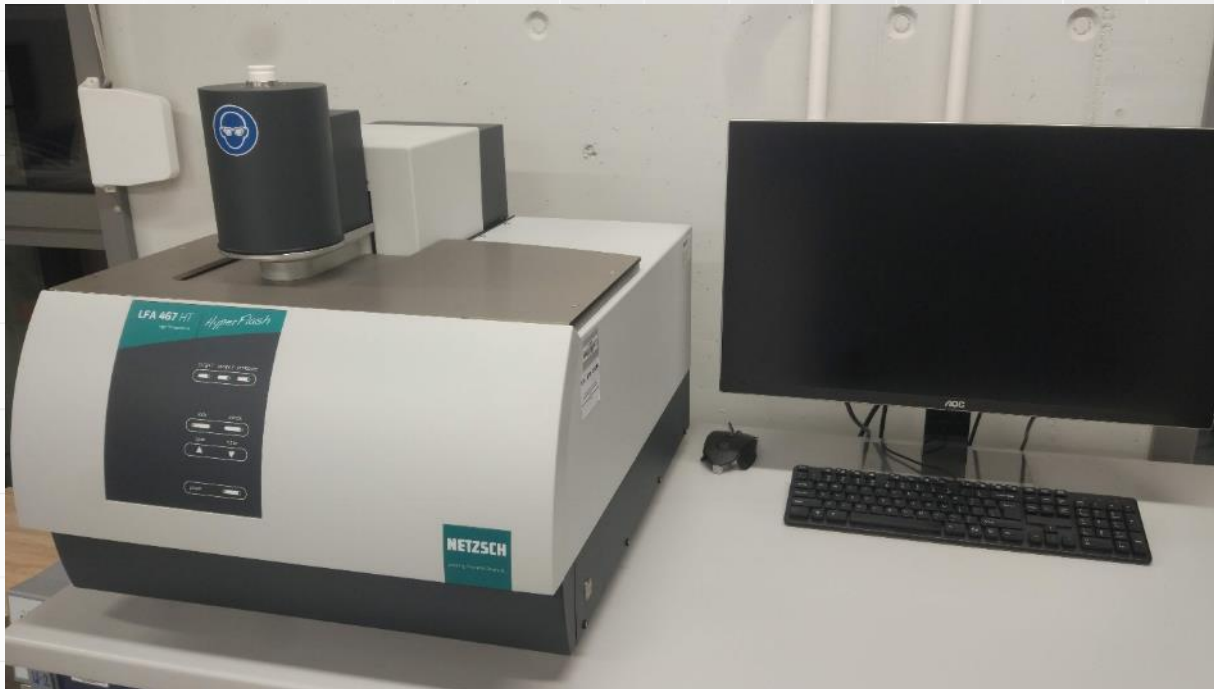


Nanoindenter wraz z zestawem do preparatyki próbek

Badania materiałów w skali mikro i nano

Badania właściwości cieplnych laserową metodą impulsową LFA:

- *pomiar zmienności parametrów termicznych (przewodność cieplna, dyfuzyjność cieplna, ciepło właściwe) dla różnorodnej grupy materiałów w zależności od temperatury (od temp. pokojowej do 1200°C),*
- *pomiary materiałów o dużych wartościach współczynnika przewodności cieplnej a jednocześnie charakteryzujących się bardzo małą grubością.*



Laser Flash Apparatus (LFA)

Badania materiałów w skali mikro i nano



Obrazowanie nanostruktury materiałów:

- *uzyskiwanie obrazu bez konieczności napyłania, które jest opcjonalne*
- *powiększenie w zakresie 80 – 100 000 razy.*
- *analiza składu pierwiastkowego EDS*



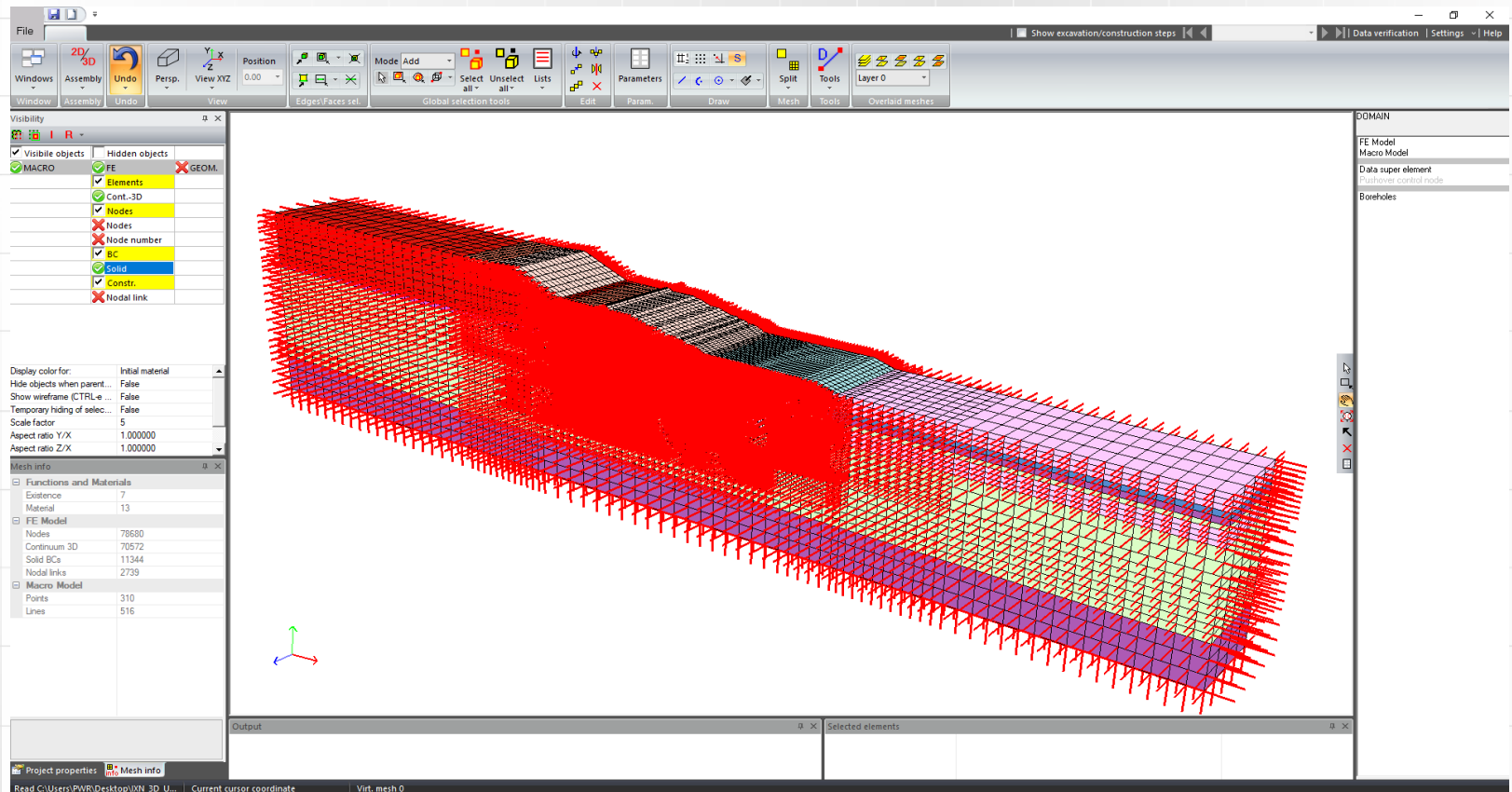
Mikroskop skaningowy (SEM) Phenom XL Desktop

Analiza numeryczna złożonych problemów geo- i hydrotechnicznych (2D i 3D)

Rozwiązywanie wielkoobszarowych zagadnień brzegowych

Rozwiązania uzyskiwane za pomocą zaawansowanych modeli m.in. w programach:

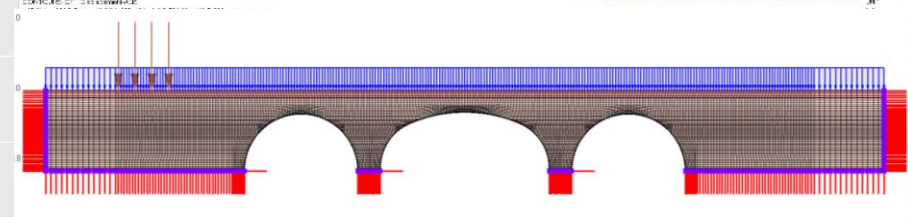
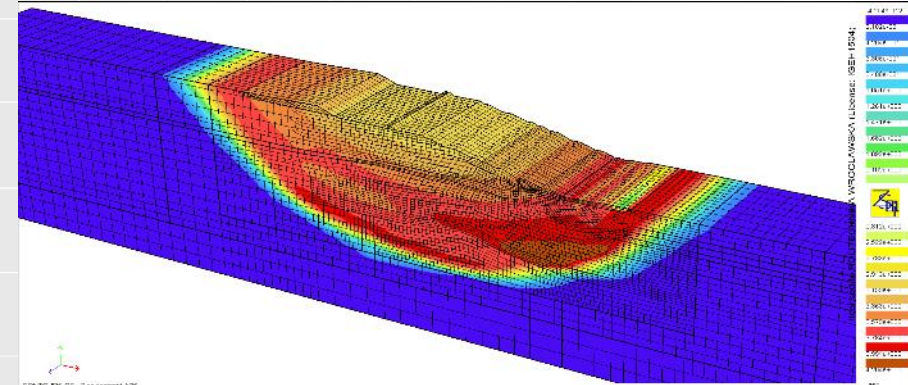
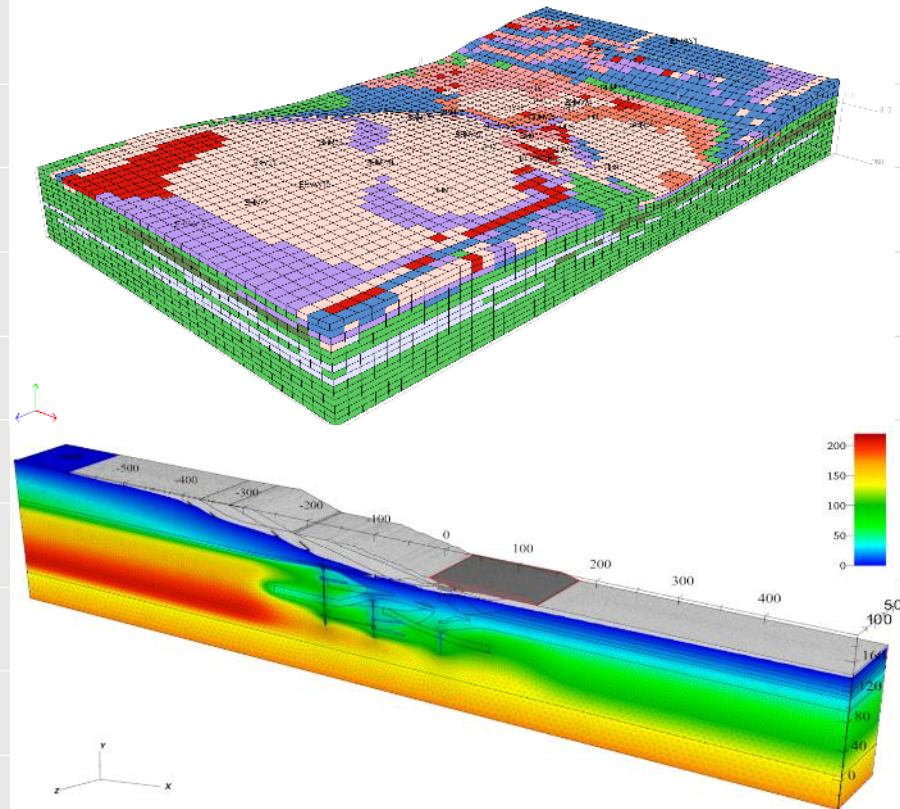
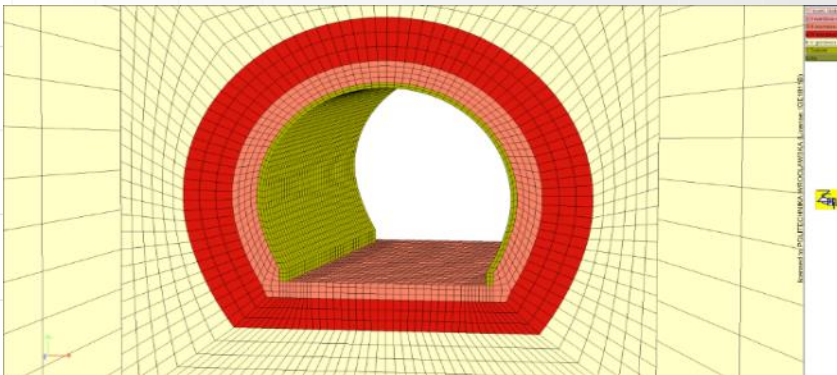
- Zsoil
- Flac, Flac3d
- FlexPDE



Analiza numeryczna złożonych problemów geo- i hydrotechnicznych (2D i 3D)

Wielkoobszarowe zagadnienia brzegowe:

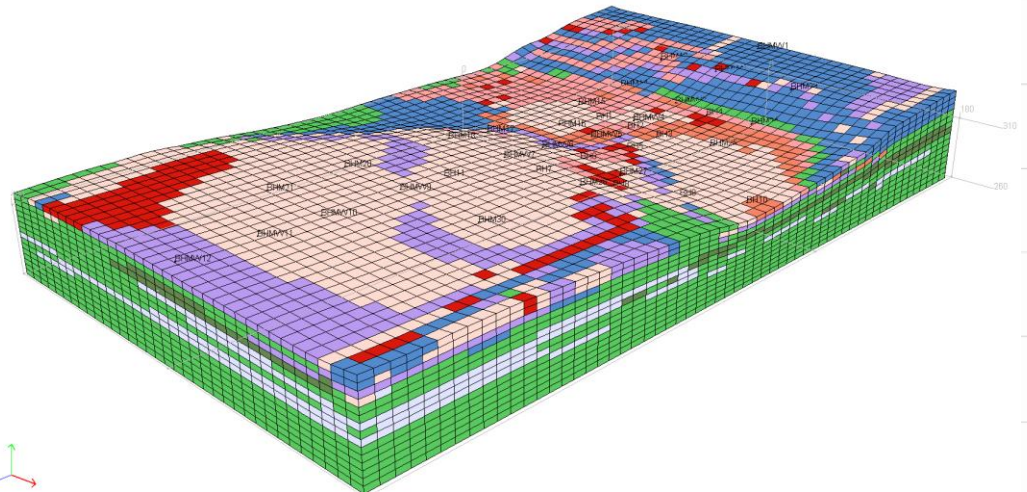
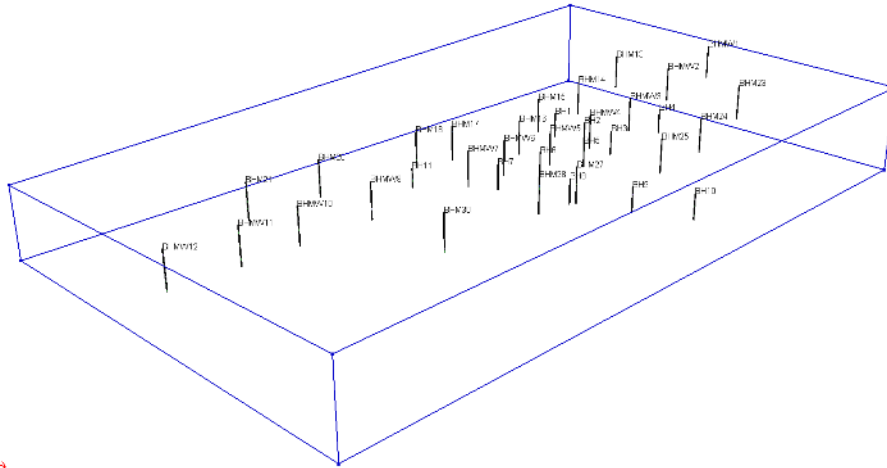
- *rekonstrukcja układu warstw na podstawie danych z odwiertów (kriging)*
- *analiza zjawisk filtracyjnych w podłożu*
- *analiza stateczności konstrukcji*
- *analiza osiadania konstrukcji posadowionych na podłożu gruntowym i skalnym*
- *modelowanie konstrukcji gruntowo-powłokowych*
- *modelowanie współpracy obudowy tunelowej z otaczającym ośrodkiem skalnym/gruntowym*
- *ekspertyzy geotechniczne*



Analiza numeryczna złożonych problemów geo- i hydrotechnicznych (2D i 3D)

Wielkoobszarowe zagadnienia brzegowe:

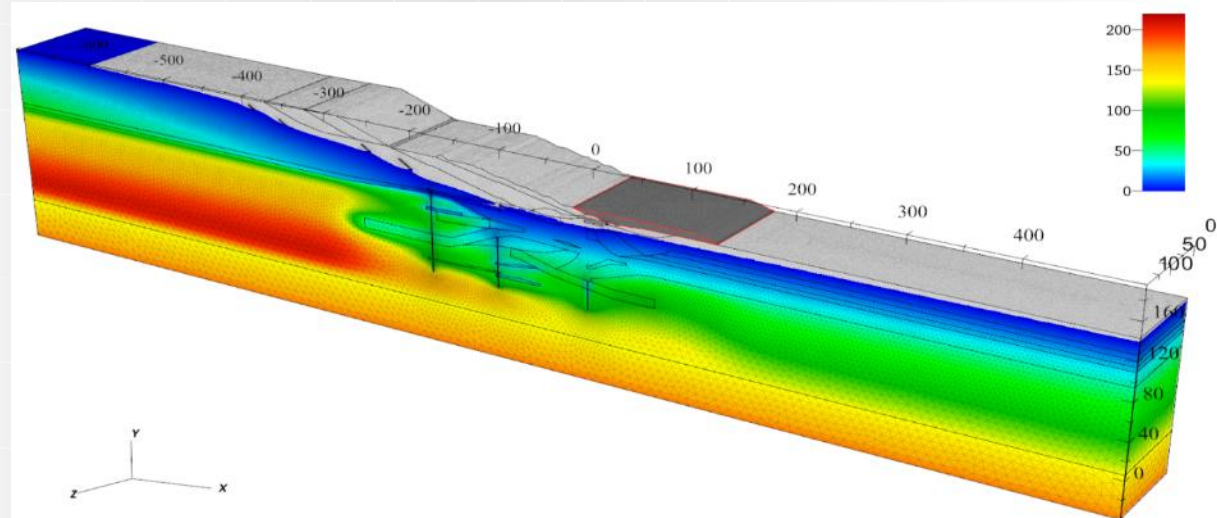
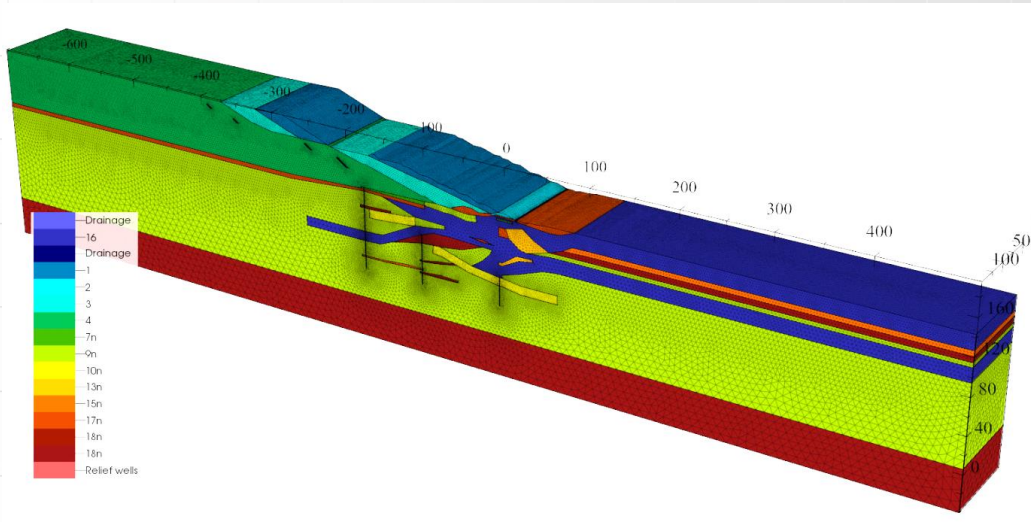
- rekonstrukcja układu warstw w podłożu na podstawie danych z odwiertów (kriging)



Analiza numeryczna złożonych problemów geo- i hydrotechnicznych (2D i 3D)

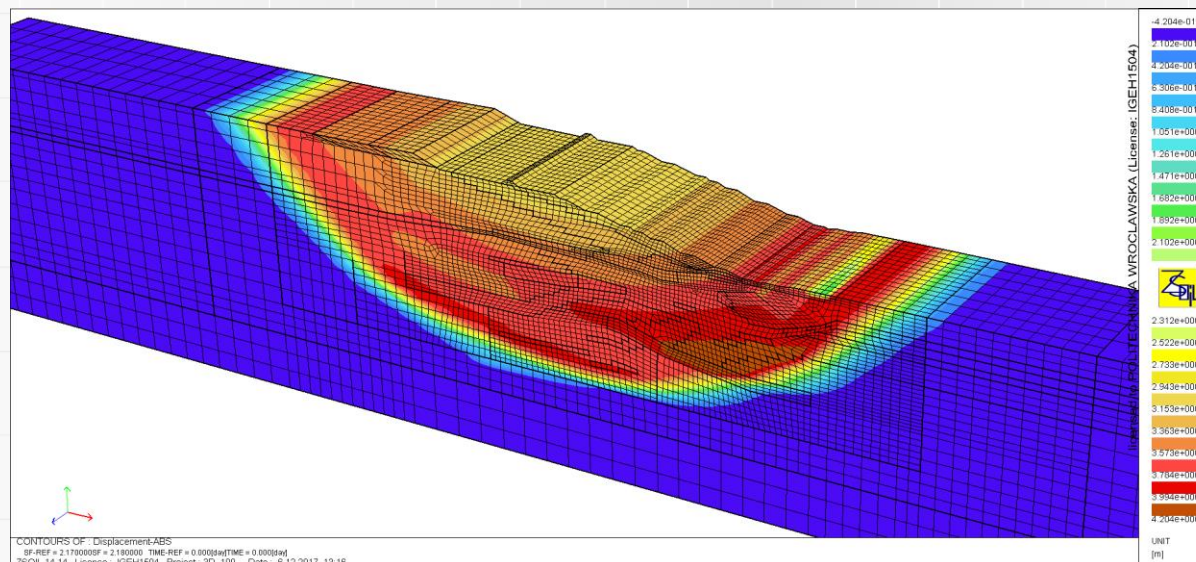
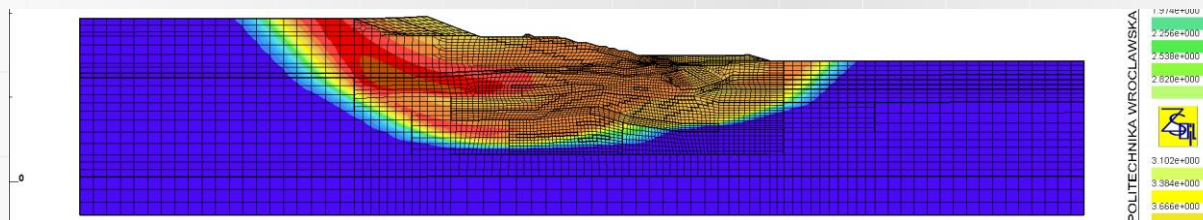
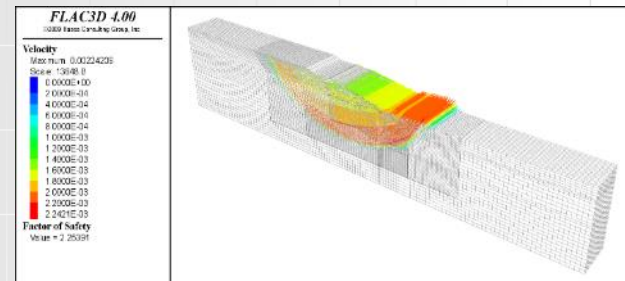
Wielkoobszarowe zagadnienia brzegowe:

- analiza zjawisk filtracyjnych w podłożu



Analiza numeryczna złożonych problemów geo- i hydrotechnicznych (2D i 3D)

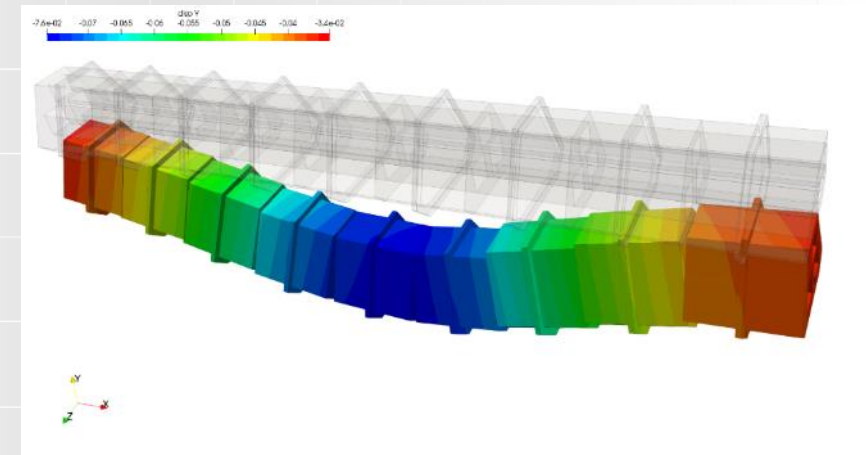
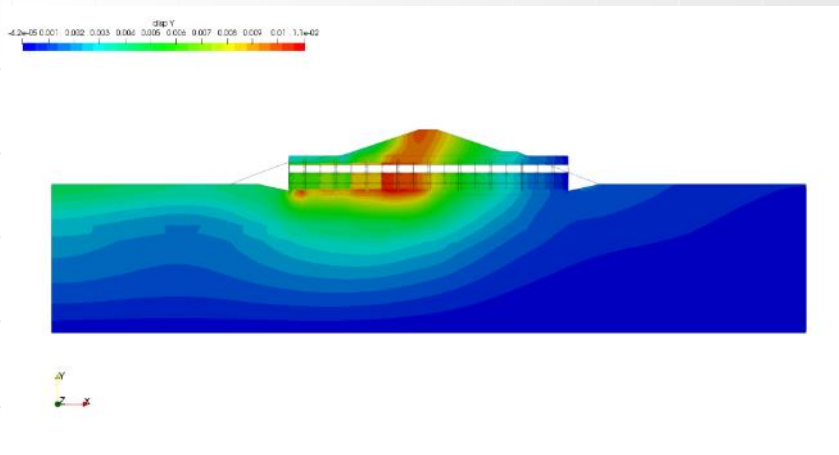
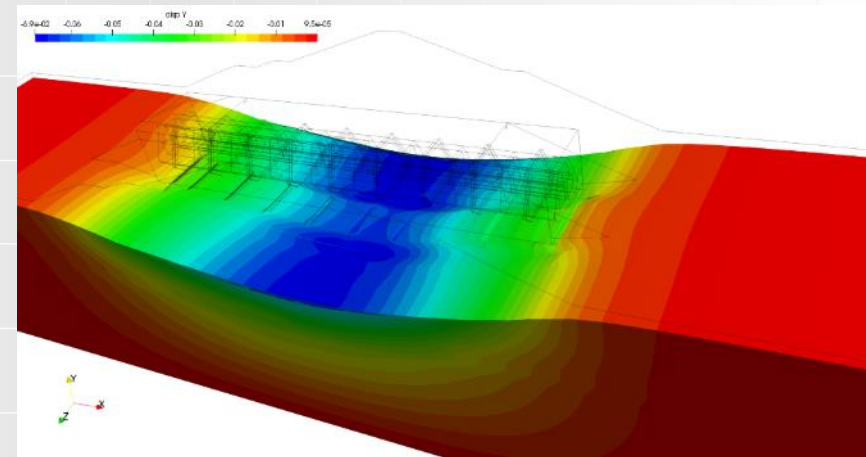
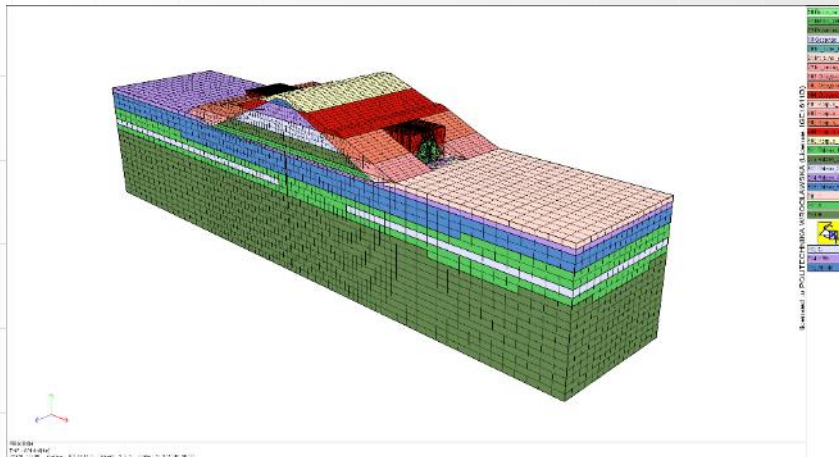
Wielkoobszarowe zagadnienia brzegowe:
- analiza stateczności konstrukcji



Analiza numeryczna złożonych problemów geo- i hydrotechnicznych (2D i 3D)

Wielkoobszarowe zagadnienia brzegowe:

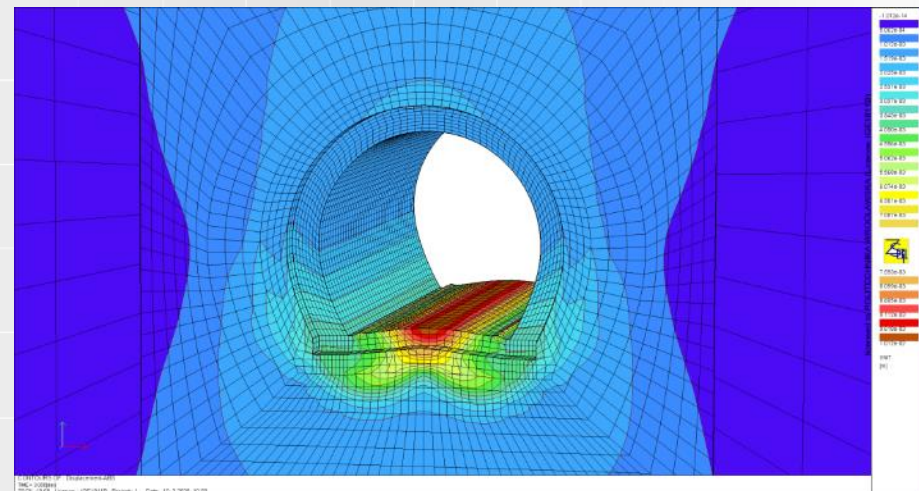
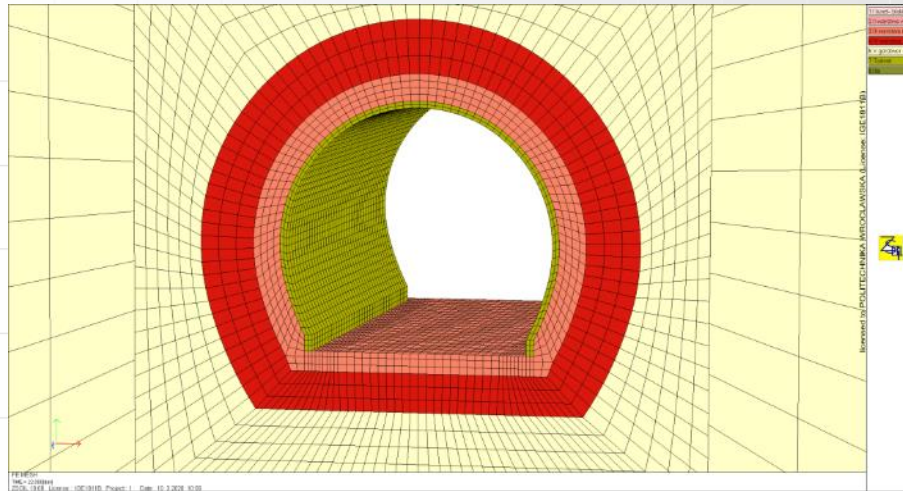
*- osiadania konstrukcji posadowionych na podłożu
gruntowym i skalnym*



Analiza numeryczna złożonych problemów geo- i hydrotechnicznych (2D i 3D)

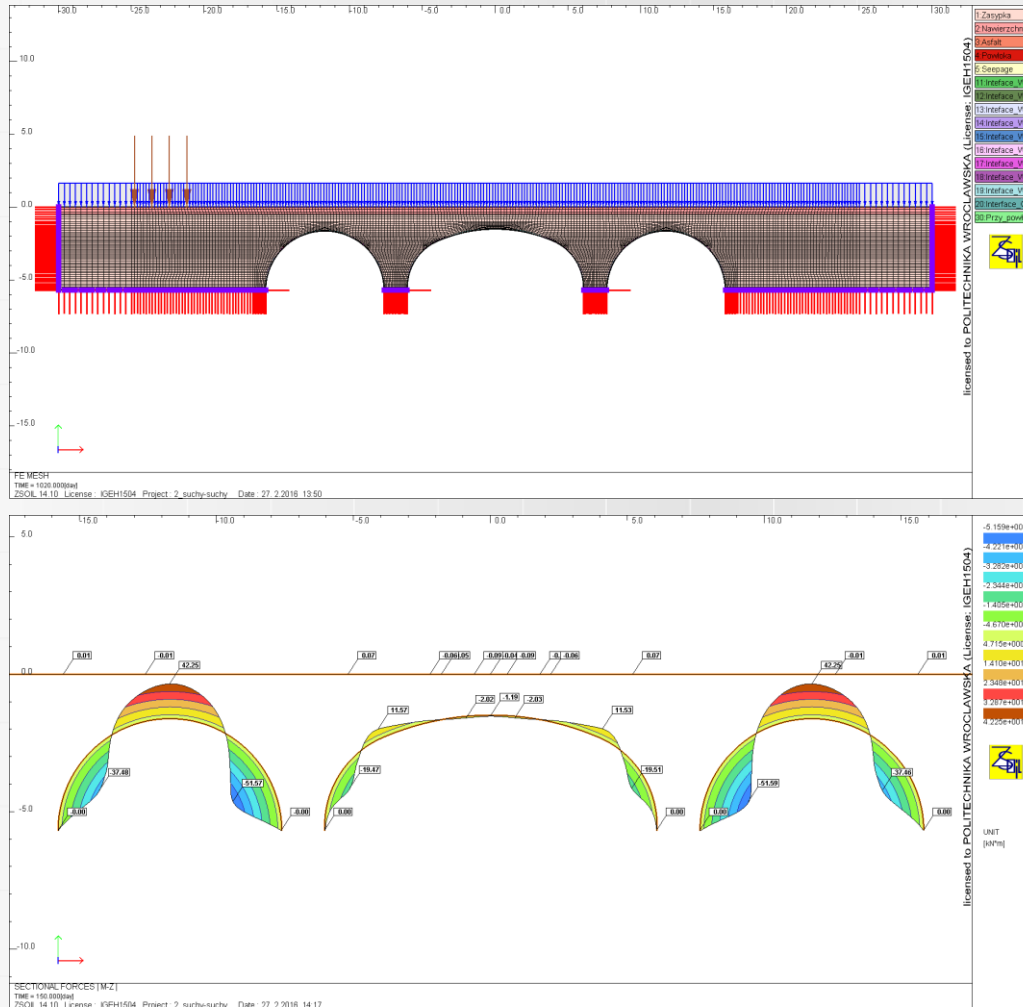
Zagadnienia budownictwa podziemnego:

- Modelowanie współpracy obudowy tunelowej z otaczającym ośrodkiem skalnym/gruntowym



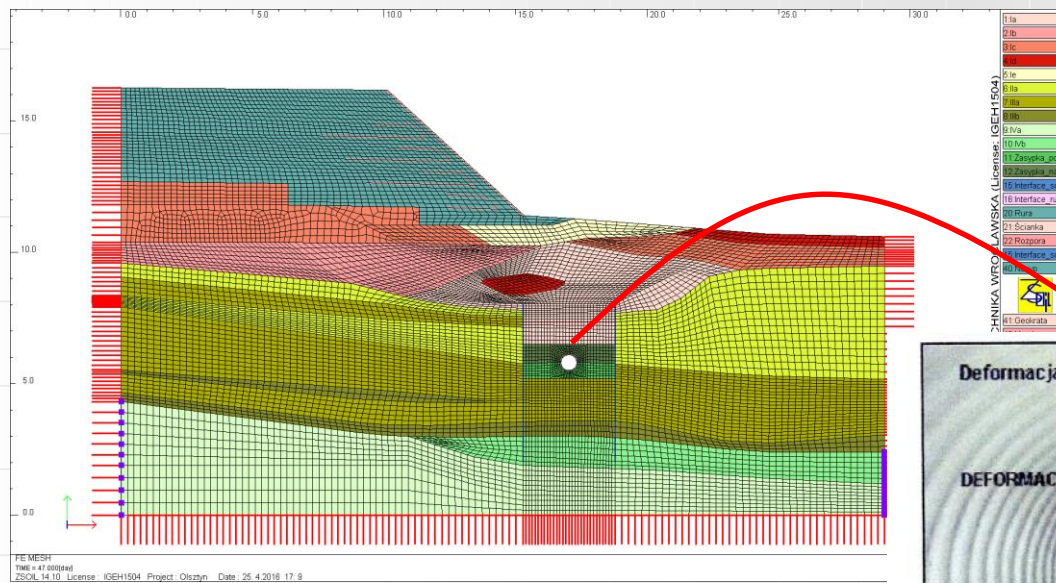
Analiza numeryczna złożonych problemów geo- i hydrotechnicznych (2D i 3D)

Analiza numeryczna obiektów mostowych: - Konstrukcje gruntowo-powłokowe

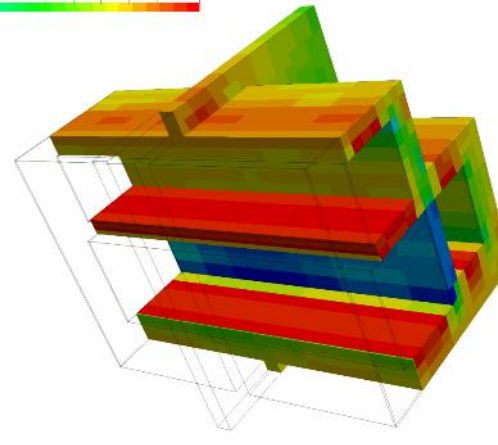
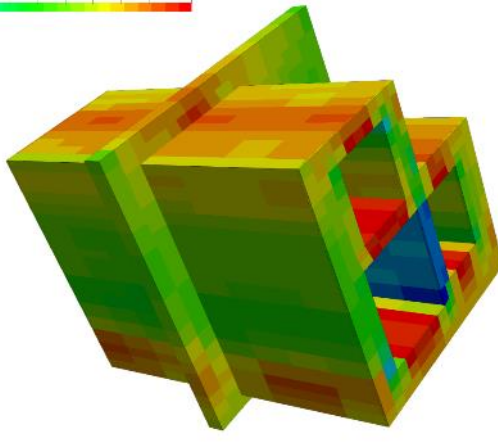
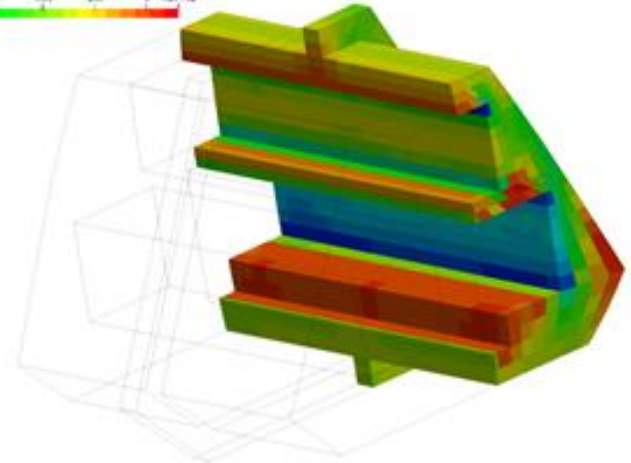
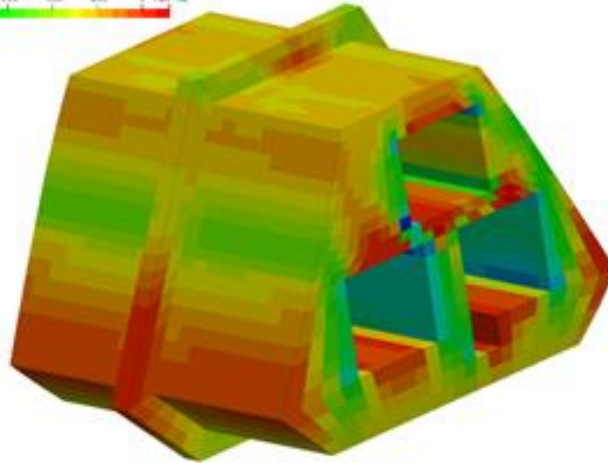


Analiza numeryczna złożonych problemów geo- i hydrotechnicznych (2D i 3D)

Ekspertyzy geotechniczne



Analiza numeryczna stanu naprężenia i odkształcenia w konstrukcjach inżynierskich (2D i 3D)





Pracownia Fundamentowania

- Badania nośności i ciągłości pali
- Pomiary inklinometryczne
- Pomiary drgań
- Pomiary sił w rozporach oraz zakotwieniu
- Określanie optymalnych lokalizacji czujników na podstawie symulacji numerycznych – monitoring drgań i sondowania CPT
- Analizy niezawodnościowe w geotechnice

Badania nośności i ciągłości pali



(fot. Aneta Herbut)



(fot. Jarosław Rybak)

- *Projektowanie oraz wykonywanie badań kontrolnych pali oraz kolumn fundamentowych w zakresie próbnych obciążeń statycznych.*
- *Badania dla pali obciążanych zarówno siłą osiową jak i boczną.*
- *Analiza przeprowadzonych badań w aspekcie nośności oraz przemieszczeń pali.*
- *Badanie służące sprawdzaniu długości i ciągłości wykonanych pali.*
- *Wykonywane na placu budowy, pozwalające sprawdzić zgodność wykonania z projektem.*
- *Krótki czas badania pozwala na przebadanie jednorazowo dużej ilości pali.*

Pomiary inklinometryczne



- *Wykonywanie pomiarów inklinometrycznych w przygotowanych punktach pomiarowych wraz z interpretacją otrzymanych wyników.*
- *Przygotowanie punktów w konstrukcjach oporowych oraz w otworach wiertniczych.*
- *Ocena wielkości odkształceń konstrukcji oporowych, zasięg wpływu oddziaływania wykopu oraz sposób pracy konstrukcji, zlokalizowanie położenia stref poślizgu, zasięgu oraz kierunków i wartości przemieszczeń, jakich doznaje osuwisko.*
- *Wskazanie wartości odkształceń konstrukcji lub przemieszczeń gruntu w miejscach „niewidocznych” dla pomiarów geodezyjnych.*

Pomiary drgań



(fot. Jarosław Rybak)



(fot. Jarosław Rybak)

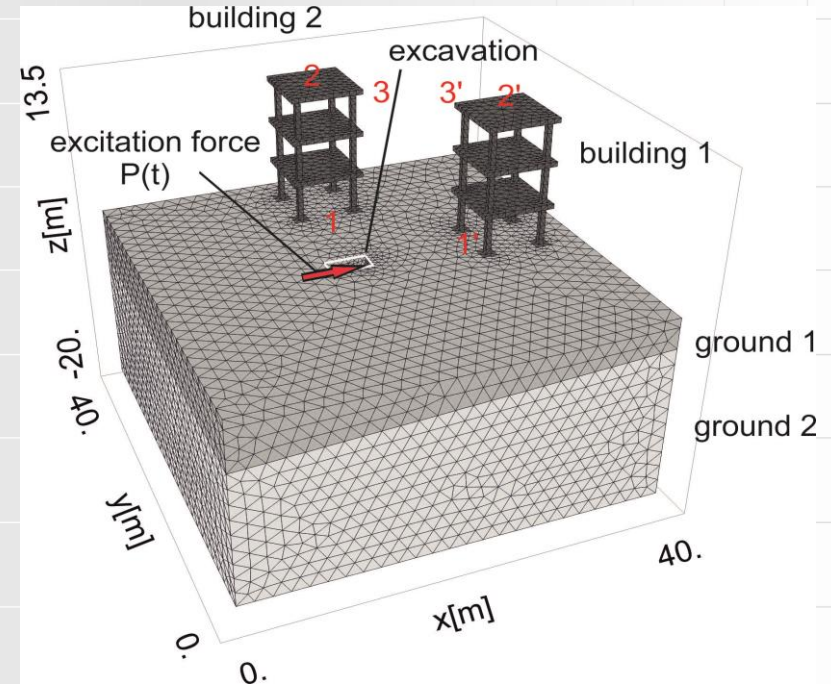
- *Monitoring drgań obiektów znajdujących się pod wpływem prac budowlanych w celu pomiaru poziomu wpływów dynamicznych.*
- *Rejestrowanie poziomu wibracji generowanych w trakcie prowadzenia robót geotechnicznych, np. w wibrowywania grodzic lub wbijania pali.*
- *Bieżąca ocena szkodliwości propagowanych przez podłoże drgań na obiekty budowlane w bezpośrednim sąsiedztwie robot.*
- *W sytuacjach, gdy rejestrowane poziomy drgań mogą wskazywać na ryzyko wystąpienia uszkodzeń obiektów w sąsiedztwie, obserwacje i pomiary pozwalają na wymuszenie modyfikacji lub zmiany technologii.*

Pomiary sił w rozporach oraz zakotwieniu



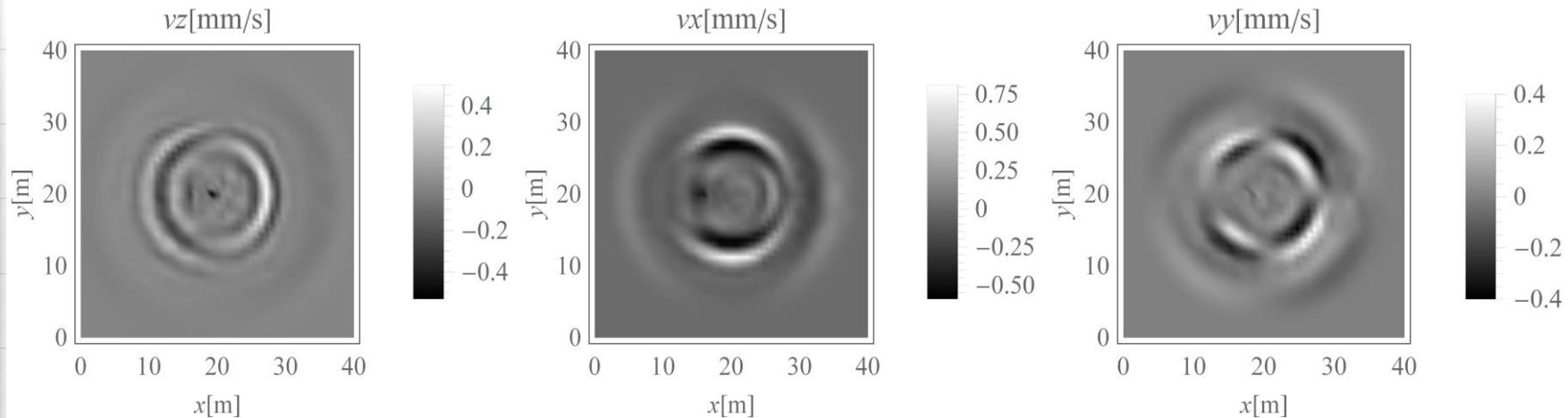
- *Analiza sił w rozporach oraz kotwach głębokiego wykopu i porównanie ich z wartościami obliczonymi w projekcie.*
- *Możliwa obserwacja różnych etapów pracy obudowy wykopu w zależności od stanu robót ziemnych oraz odpowiadających im oddziaływań.*
- *Jako czujniki stosuje się m. in. mostki tensometryczne naklejane na odpowiednio przygotowaną powierzchnię rozpór wykopu.*

Określanie optymalnych lokalizacji czujników na podstawie symulacji numerycznych – monitoring drgań.



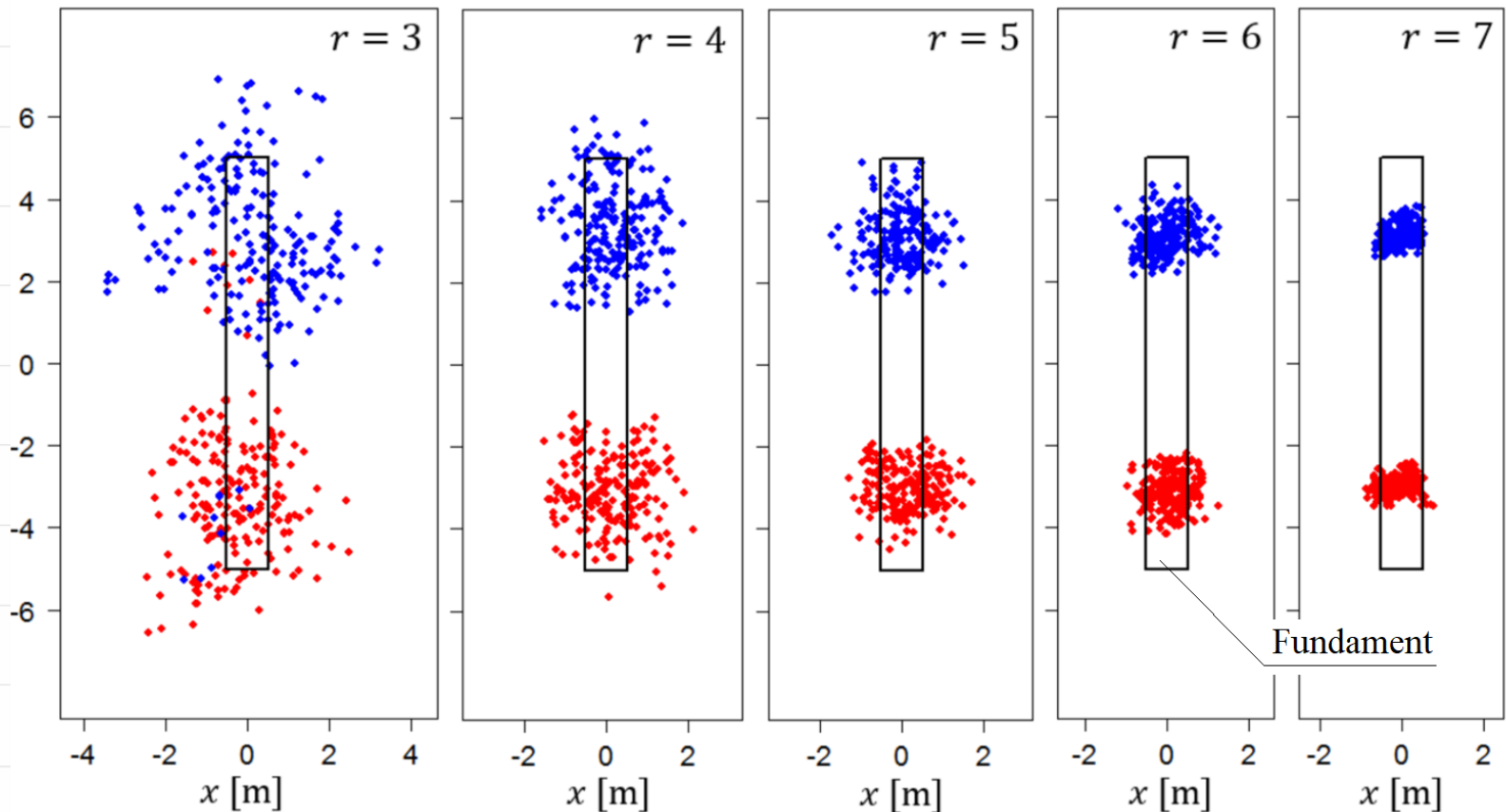
- *Rozwój i weryfikacja badań terenowych (monitoring konstrukcji inżynierskich) w oparciu o analizy numeryczne.*
- *Planowanie monitoringu drgań konstrukcji w sposób optymalny i bezpieczny, poprzez uzyskanie informacji o miejscach maksymalnego wzmocnienia amplitudy i umieszczeniu tam czujników, co zapobiega niedoszacowaniu mierzonych wartości.*

Określenie optymalnych lokalizacji badań terenowych na podstawie symulacji numerycznych – monitoring drgań.



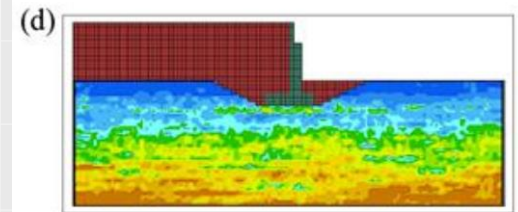
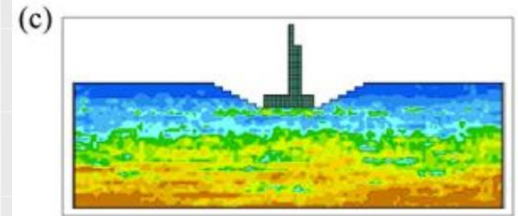
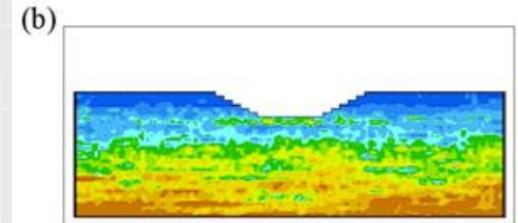
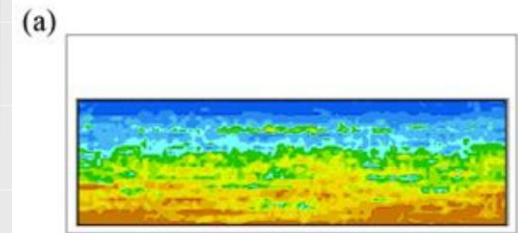
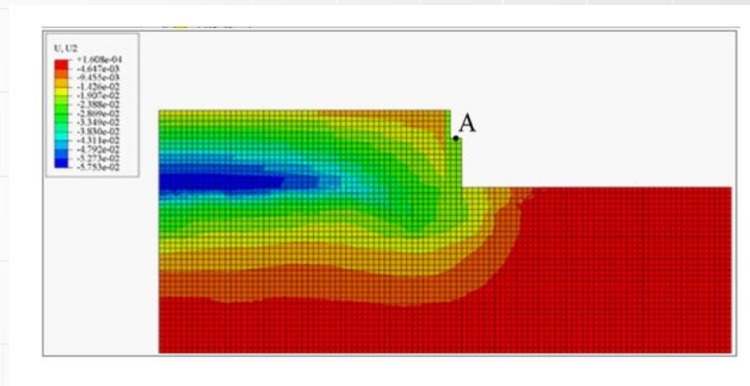
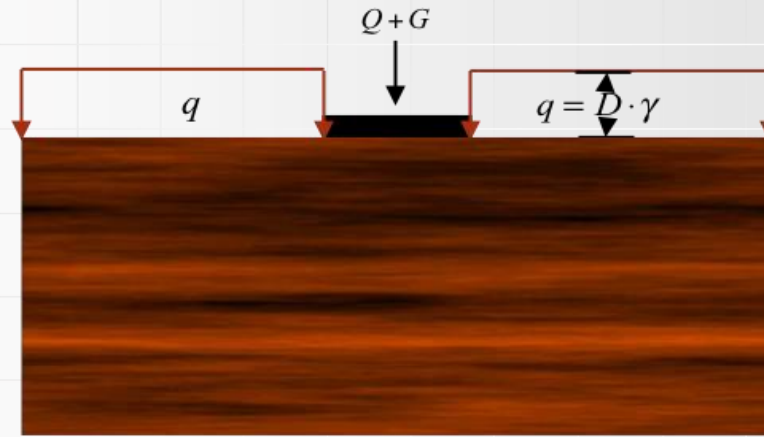
- *Przewidywanie możliwości wystąpienia niekorzystnego zjawiska wzmocnienia amplitudy drgań, spowodowanego odbiciem fali na granicy warstw ośrodka gruntowego oraz przeszkód znajdujących się przy powierzchni terenu, np. ściany piwnic, wykopy.*
- *Symulacje za pomocą metody elementów skończonych (MES) propagacji fali w ośrodku gruntowym prowadzone są w środowiskach FlexPDE oraz ZSoil.*

Określanie optymalnych lokalizacji badań terenowych na podstawie symulacji numerycznych – sondowania CPT.



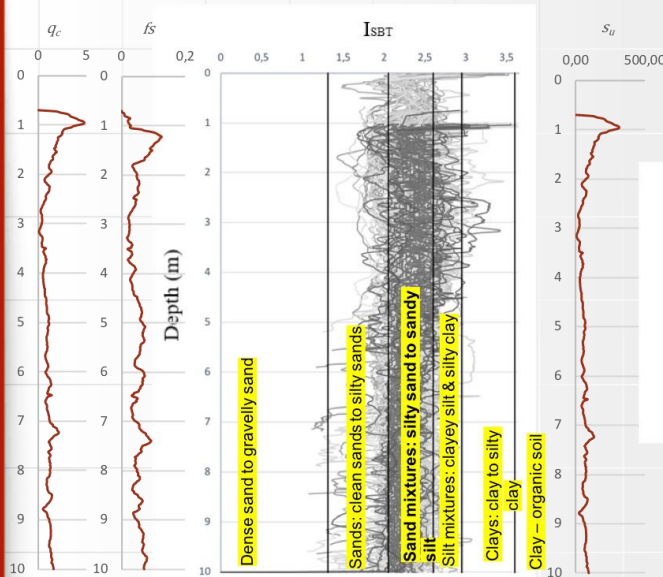
- *Lokalizacje sondowań dobierane zostają w taki sposób aby zapewnić możliwie największe wykorzystanie informacji płynącej z każdego sondowania oraz aby były umiejscowione w miejscach najbardziej istotnych z punktu widzenia analizowanej konstrukcji.*

Analizy niezawodnościowe w geotechnice



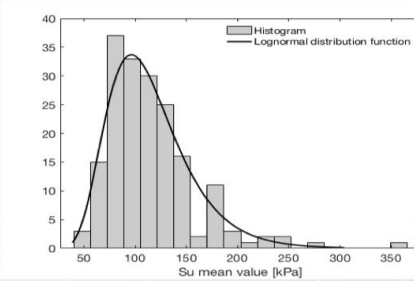
- *Analizy probabilistyczne fundamentów, przyczółków mostowych, skarp i nasypów.*
- *Projektowanie konstrukcji na założony wskaźnik niezawodności (prawdopodobieństwo awarii).*
- *Probabilistyczna ocena ryzyka w geotechnice.*

Analizy niezawodnościowe w geotechnice

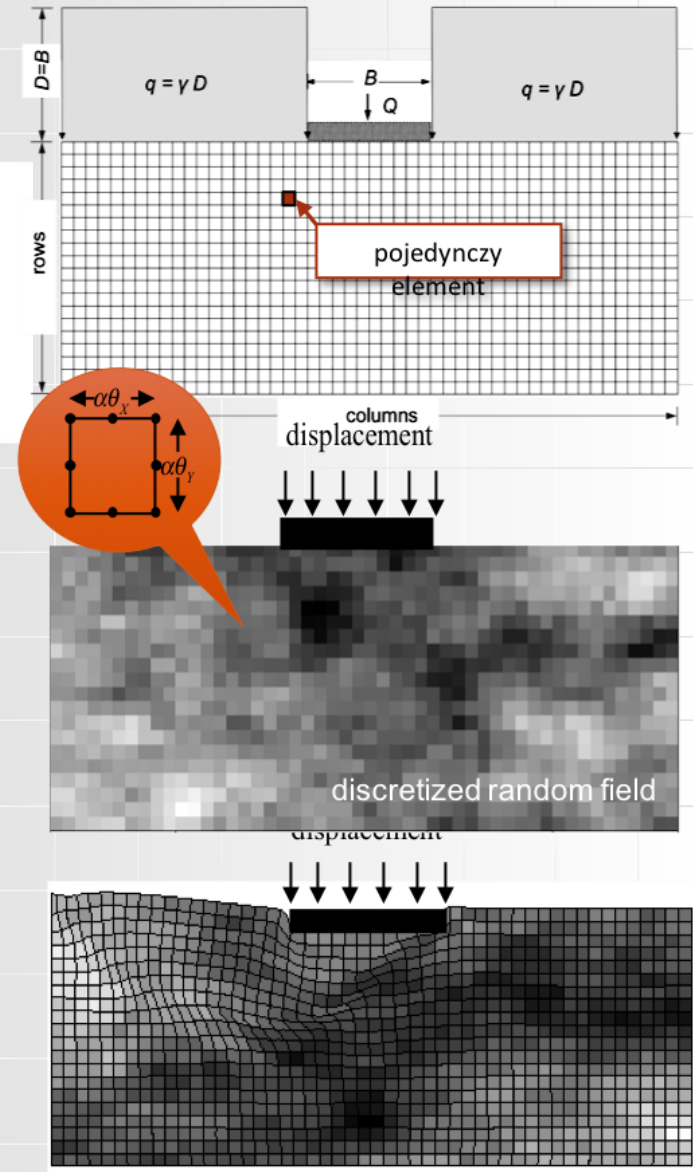


$$s_u = \frac{q_c - \sigma_v}{N_k} \quad \sigma_v = 20 \text{ kN/m}^3 \cdot z$$

$$N_k = 15$$



S_u	
mean [kPa]	115,0
st. dev. [kPa]	61,6



- Zastosowanie Losowej Metody Elementów Skończonych (Random Finite Element Method) do oceny niezawodności fundamentów.
- Opis przestrzennej zmienności parametrów podłoża na podstawie sondowań statycznych w celu zastosowania do analiz niezawodnościowych.

Pracownia Budownictwa Wodnego, Geodezji, Geologii Inżynierskiej i Środowiskowej

- Badania laboratoryjne budowli hydrotechnicznych i komunikacyjnych
- Badanie wpływu turbulencji na zachowanie hydrauliczne przepływu w kanałach otwartych
- Badania polowe budowli hydrotechnicznych i komunikacyjnych
- Ekspertyzy z zakresu projektowania oraz bezpieczeństwa budowli hydrotechnicznych
- Modelowanie numeryczne przepływów
- Badania parametrów hydrogeologicznych oraz powierzchni właściwej materiałów
- Opinie geologiczno-inżynierskie
- Specjalistyczne pomiary geodezyjne obiektów inżynierskich oraz ich otoczenia
- Systemy informacji przestrzennej, zaawansowane analizy danych przestrzennych



Politechnika
Wroclawska

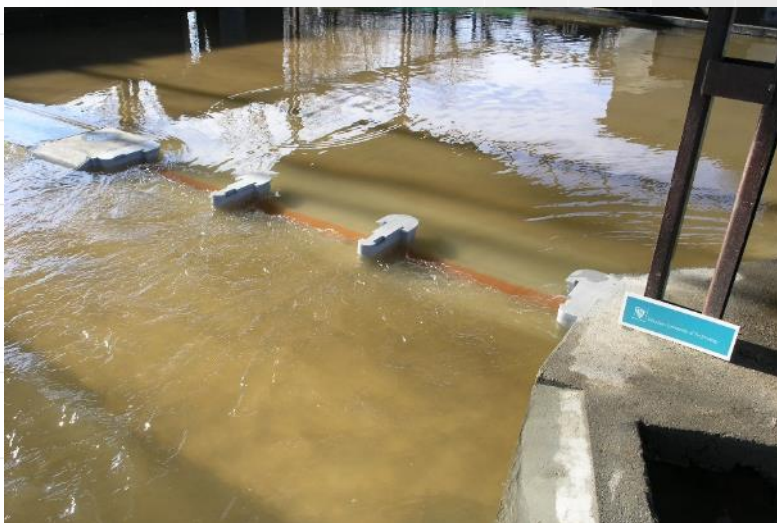


HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Badania laboratoryjne budowli hydrotechnicznych i komunikacyjnych

- badania budowli hydrotechnicznych i komunikacyjnych (mosty i przepusty) na modelach wielkogabarytowych oraz wycinkowych z odwzorowaniem obowiązujących kryteriów podobieństwa badanych zjawisk.

(badania modelowe realizowane są z wykorzystaniem nowoczesnego sprzętu pomiarowego, m.in. sondy elektromagnetycznej P-EMS oraz ADV do pomiaru prędkości wody z dokładnością $0,001\text{ms}^{-1}$.)



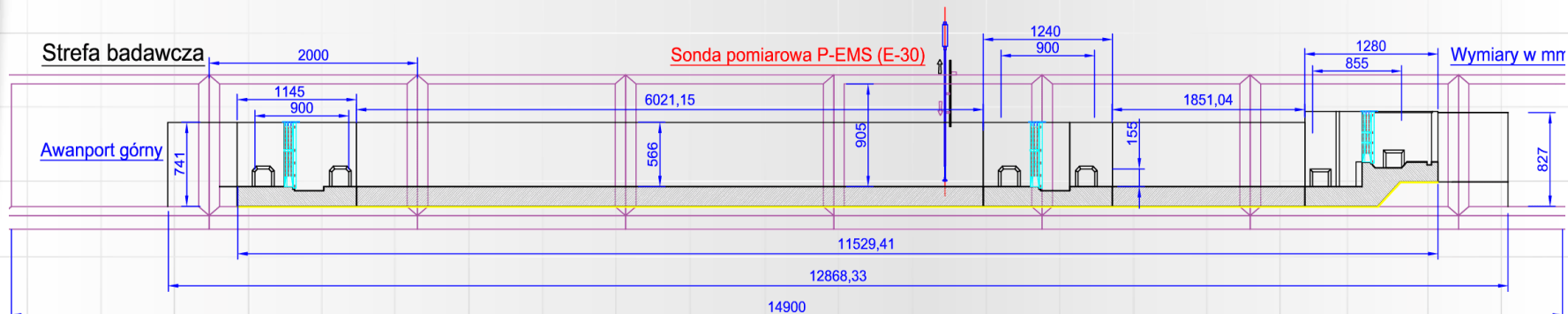
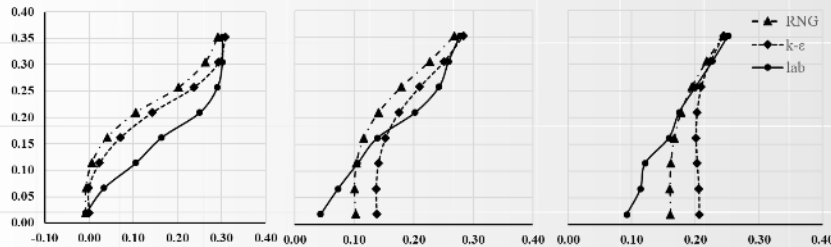
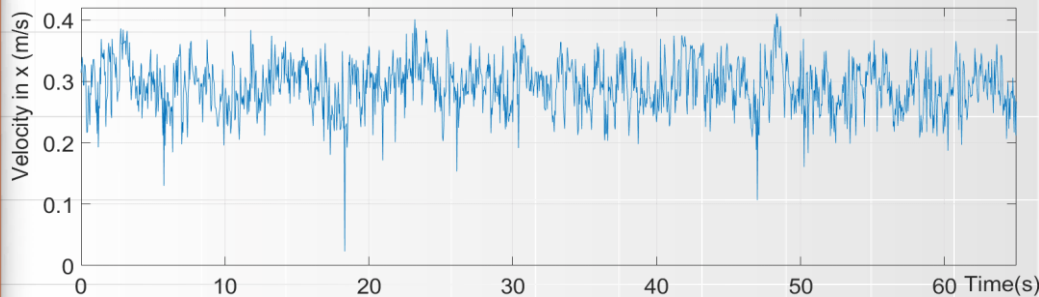
Badania laboratoryjne budowli hydrotechnicznych i komunikacyjnych

- Sprawdzenie zdolności przepustowej wraz z wyznaczeniem charakterystyk i współczynników wydatku, warunków opływu i obciążeń hydrodynamicznych
- Badania drgań konstrukcji w ośrodku wodnym, np. zamknięć klapowych,
- Badania warunków rozpraszania energii na dolnych stanowiskach,
- Określanie parametrów oraz czasu trwania procesu rozmycia dna poniżej niecek wypadowych oraz w obrębie przyczółków i filarów mostowych,
- Określanie warunków przepuszczania kry lodowej,
- Badania zachowania się jednostek pływających i ich wpływ na drogę wodną,
- Badania procesów sedymentacji - zamulanie ujęć wodnych, wlotów elektrowni, awanportów itp. oraz erozji koryt rzecznych, dobór umocnień dna i brzegów
- Badania efektywności przepławek dla ryb.



Badanie wpływu turbulencji na zachowanie hydrauliczne przepływu w kanałach otwartych

- wykonywane za pomocą sond pomiarowych (ADV i elektromag.) badania parametrów turbulencji, mających wpływ na ekosystem, bezpieczeństwo budowli hydrotechnicznych, itp.



Badania polowe budowli hydrotechnicznych i komunikacyjnych

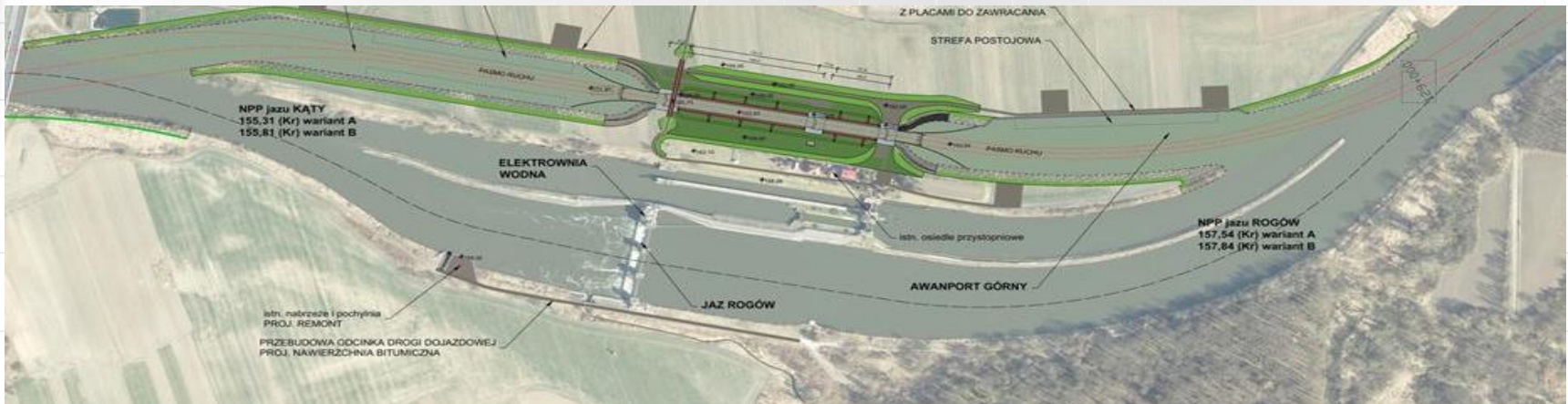
- *pomiary prędkości i natężenia przepływu wody w rzekach,*
- *badania przepławek dla ryb za pomocą sony ADV Vector lub młynków hydrometrycznych.*
- *badania hydrauliczne oczyszczalni ścieków,*
- *badania nieniszczące hydrotechnicznych konstrukcji betonowych i stalowych,*
- *pomiary przemieszczeń i odkształceń oraz pomiary realizacyjne wszelkiego rodzaju obiektów inżynierskich, szczególnie budowli hydrotechnicznych,*



- *inwentaryzacja geodezyjna i fotogrametryczna dla określenia stanu bezpieczeństwa budowli hydrotechnicznych*

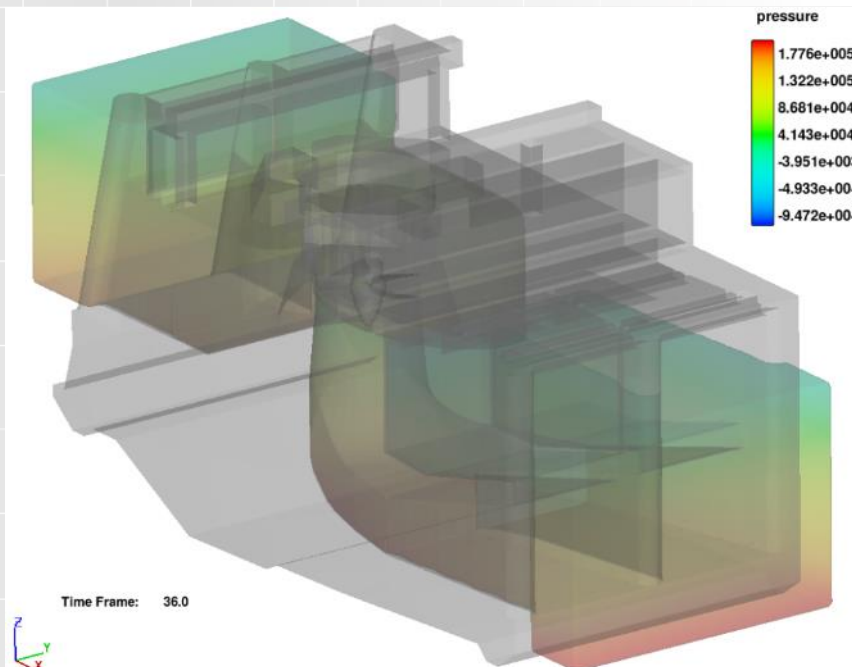
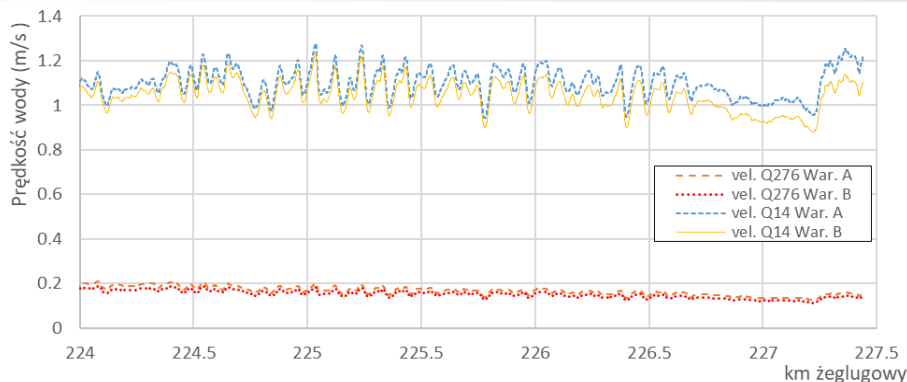
Ekspertyzy z zakresu projektowania oraz bezpieczeństwa budowli hydrotechnicznych

- weryfikacja i wybór optymalnych rozwiązań projektowanych lub przebudowywanych budowli hydrotechnicznych i komunikacyjnych,
- kompleksowa ocena stanu technicznego i bezpieczeństwa budowli hydrotechnicznych,
- modelowanie przepływu wód powierzchniowych w rzekach i w kanałach dla ruchu ustalonego i nieustalonego (1D, 2D) oraz modelowanie transportu rumowiska.
- modelowanie transformacji fal powodziowych - nieliniowe modele bazujące na równaniach St. Venanta 1D i 2D.
- analiza i ocena skutków katastrof zapór wodnych i innych budowli hydrotechnicznych.
- modelowanie stref zagrożenia powodziowego, Tworzenie map ryzyka i zagrożenia powodziowego.
- sporządzanie dokumentacji geodezyjnych na podstawie przeprowadzonych pomiarów terenowych,
- budowa numerycznych modeli terenu i systemów informacji przestrzennej (GIS)



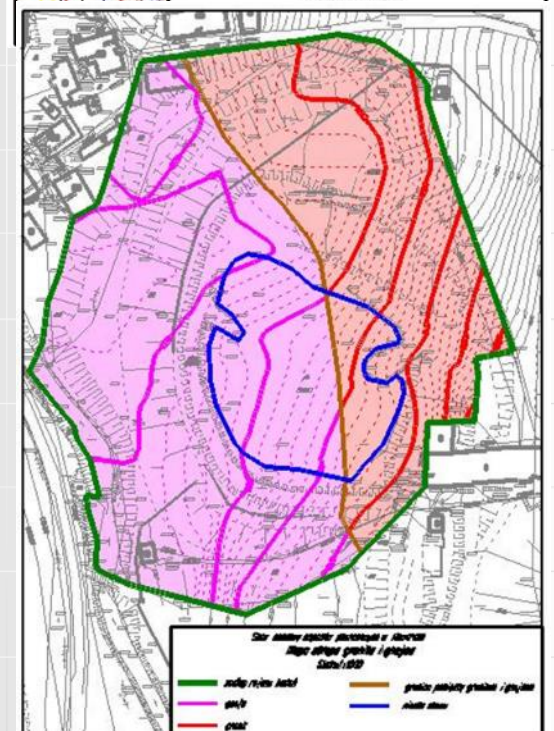
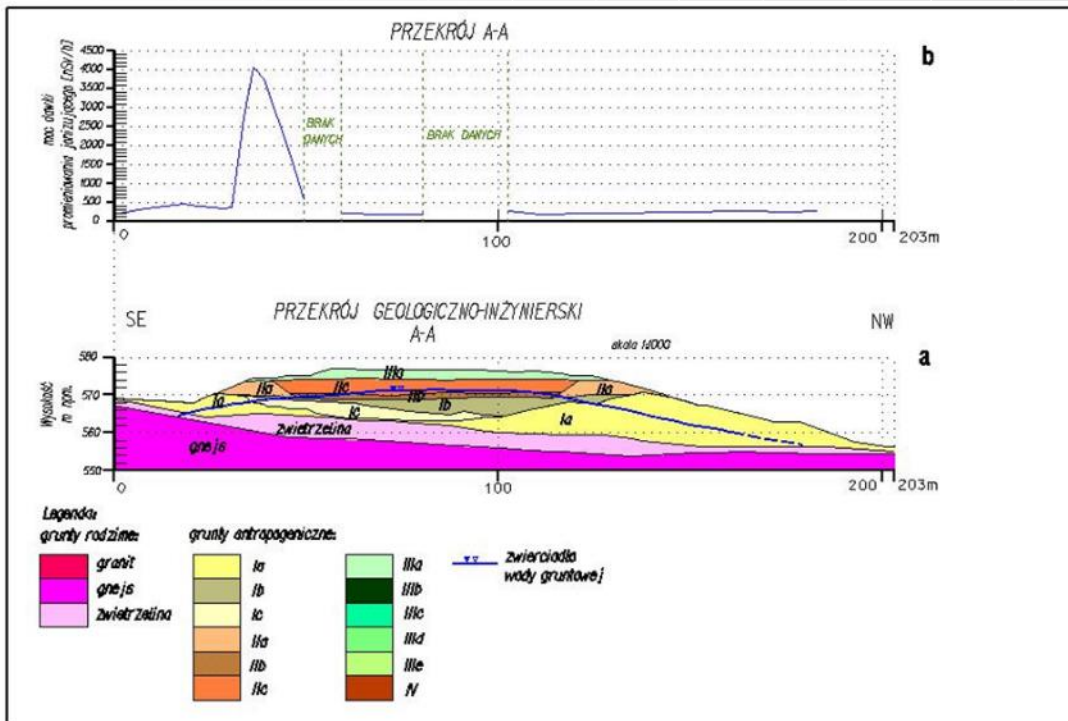
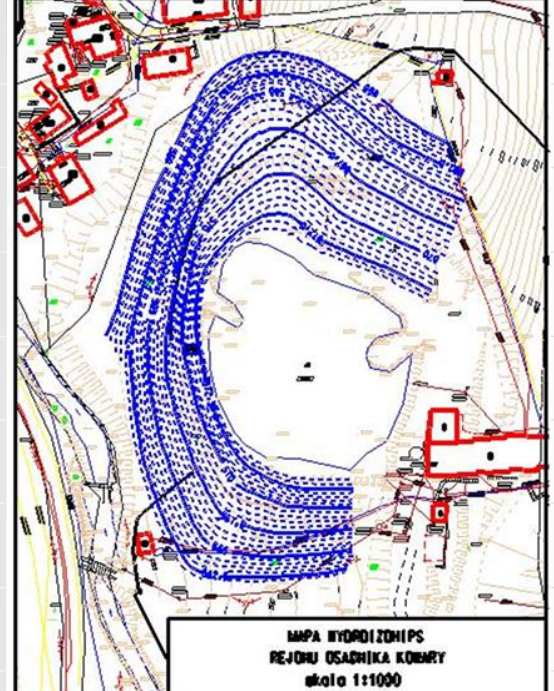
Modelowanie numeryczne przepływów

- modelowanie przepływu wód powierzchniowych w rzekach dla ruchu ustalonego i nieustalonego (1D, 2D i 3D).
- modelowanie transformacji fal powodziowych bazujące na równaniach St. Venanta 1D i 2D.
- wyznaczanie za pomocą modeli numerycznych (3D) obciążeń hydrodynamicznych.
- modelowanie przepływów w środowisku GIS m.in. do wizualizacji stref ryzyka powodziowego.
- modelowanie transportu rumowiska w rzekach.
- prowadzenie szkoleń z modelowania numerycznego w hydrotechnice.



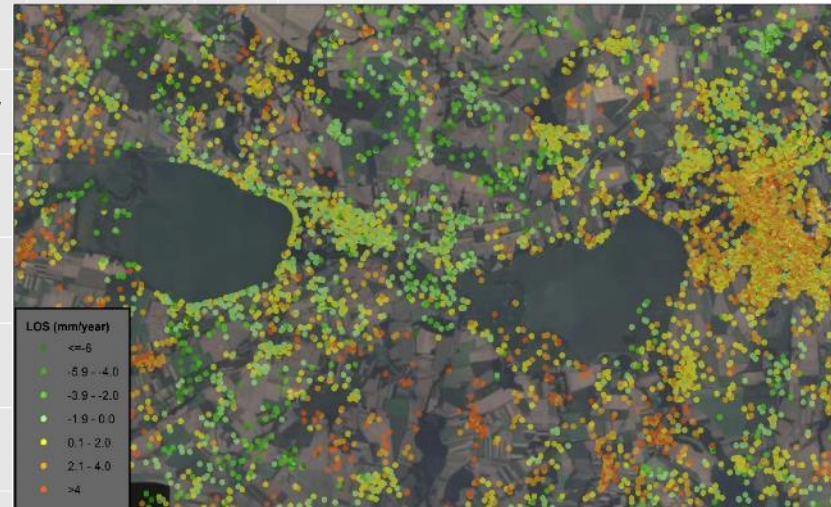
Wybrane zagadnienia z geologii inżynierskiej i hydrogeologii

- badania parametrów hydrogeologicznych w Laboratorium Hydrogeologii, takich jak: odsączalność, kapilarność czynna i bierna, współczynnik filtracji gruntów okruchowych
- badania powierzchni właściwej gruntów ilastych metodą sorpcji błękitu metylenowego
- opinie geologiczno-inżynierskie dla potrzeb budownictwa i ochrony środowiska



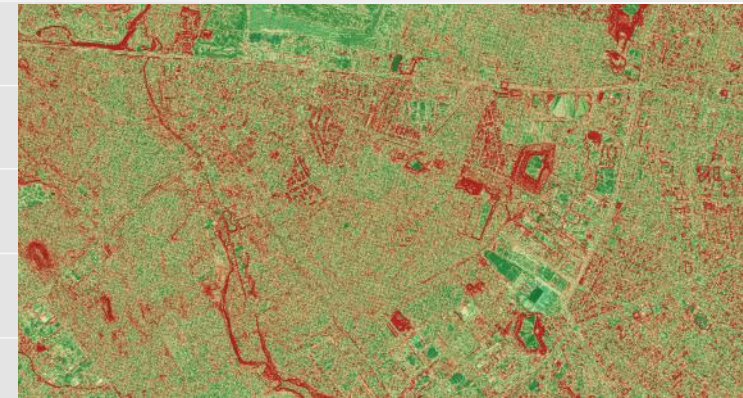
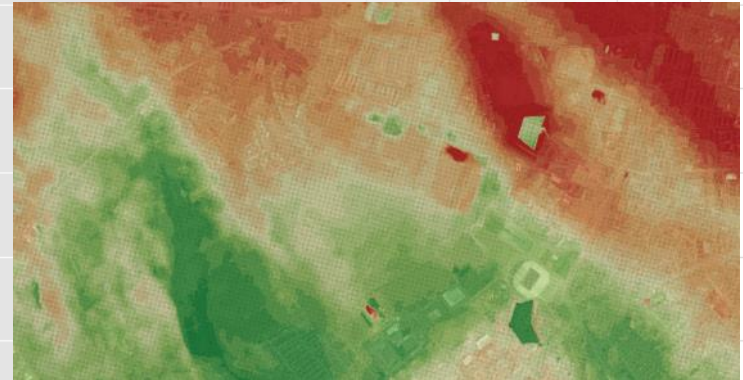
Specjalistyczne pomiary geodezyjne obiektów inżynierskich oraz ich otoczenia

- *inwentaryzacja geometryczna 3D obiektów inżynierskich z wykorzystaniem fotogrametrii oraz skaningu laserowego*
- *analiza przemieszczeń i odkształceń geometrii obiektów inżynierskich*
- *specjalistyczne pomiary geodezyjne oraz pozyskiwanie danych przestrzennych do tworzenia modeli BIM obiektów inżynierskich*
- *monitorowanie otoczenia obiektów inżynierskich z wykorzystaniem pomiarów satelitarnych GNSS oraz metody InSAR*



Systemy informacji przestrzennej, zaawansowane analizy danych przestrzennych

- *redukcja danych wysokościowych z lotniczego skaningu laserowego*
- *tworzenie numerycznego modelu terenu i analiza ukształtowania powierzchni terenu (spadki, wystawa) na potrzeby modelowania spływu wód powierzchniowych*
- *analizy zmian pokrycia terenu na podstawie zobrażeń satelitarnych*
- *wsparcie w zakresie projektowania baz danych przestrzennych oraz rozwój oprogramowania typu open source do zaawansowanych analiz przestrzennych w geologii, hydrologii oraz hydrogeologii*





Politechnika
Wroclawska



Oferta badawcza

Katedry Geotechniki,
Hydrotechniki, Budownictwa
Podziemnego i Wodnego
(K09W02D06)



HR EXCELLENCE IN RESEARCH