



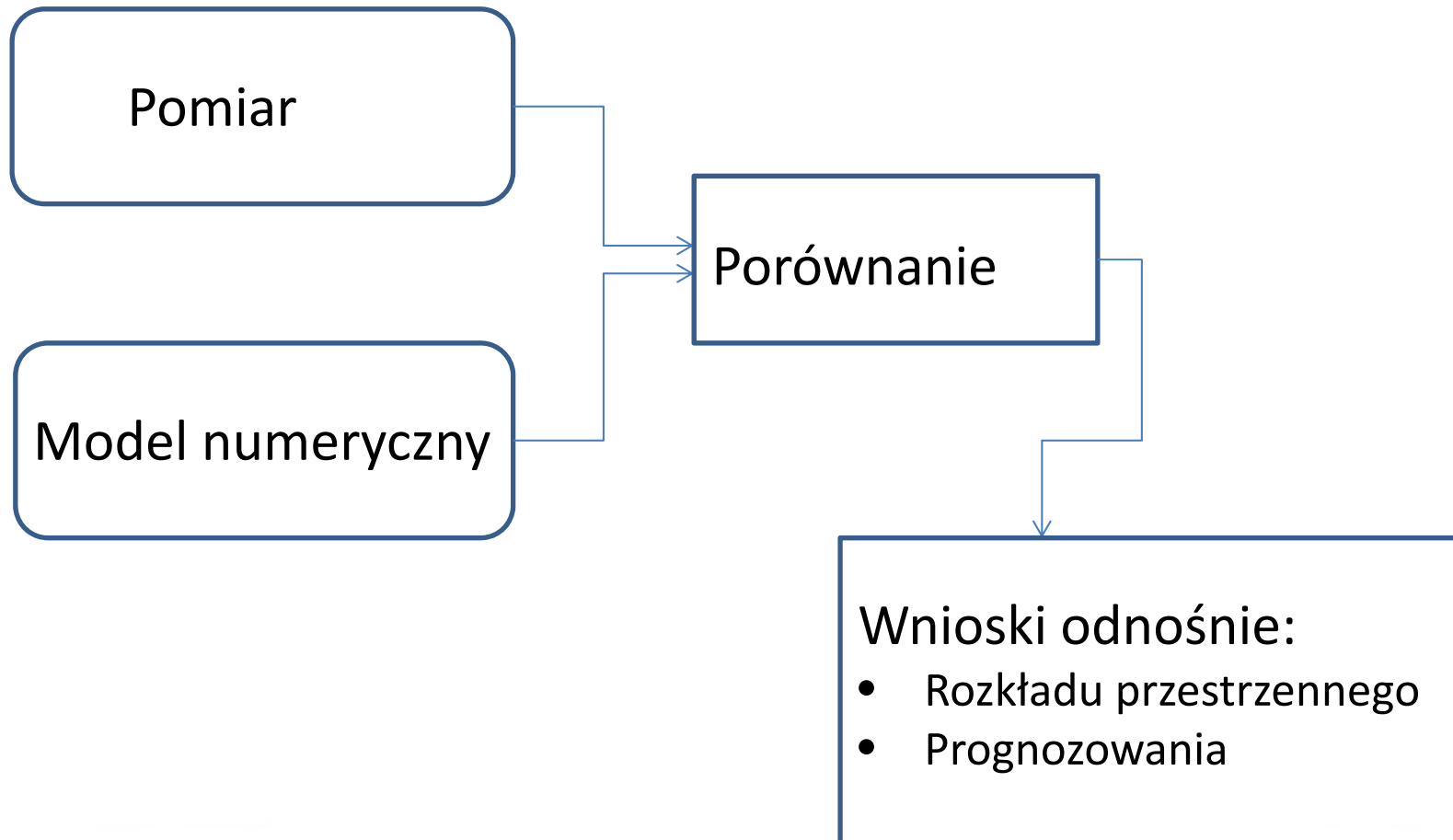
# Poprawa możliwości prognozowania Modele

A.Leśniak, A.Piórkowski, M.Chuchro, A.Pięta, E.Kret, M.Dwornik, J.Bała,  
P.Oleksik, K.Krawiec, M.Lupa, B.Bukowska-Belniak

AGH University of Science and Technology  
Department of Geoinformatics and Applied Computer Science  
Krakow, Poland

<http://www.ismop.edu.pl>

# Modelowania numeryczne procesów dynamicznych w obwałowaniach – czy aby konieczne?





# Model numeryczny podłoża i wału

## **Pomiary terenowe:**

- Pomiary geodezyjne
- Pomiary geofizyczne
  - sejsmiczne (profilowania, sondowania, MASW)
  - geoelektryczne (profilowania, sondowania, tomografia)
  - georadarowe
- Sondowania geotechniczne

## **Pomiary laboratoryjne:**

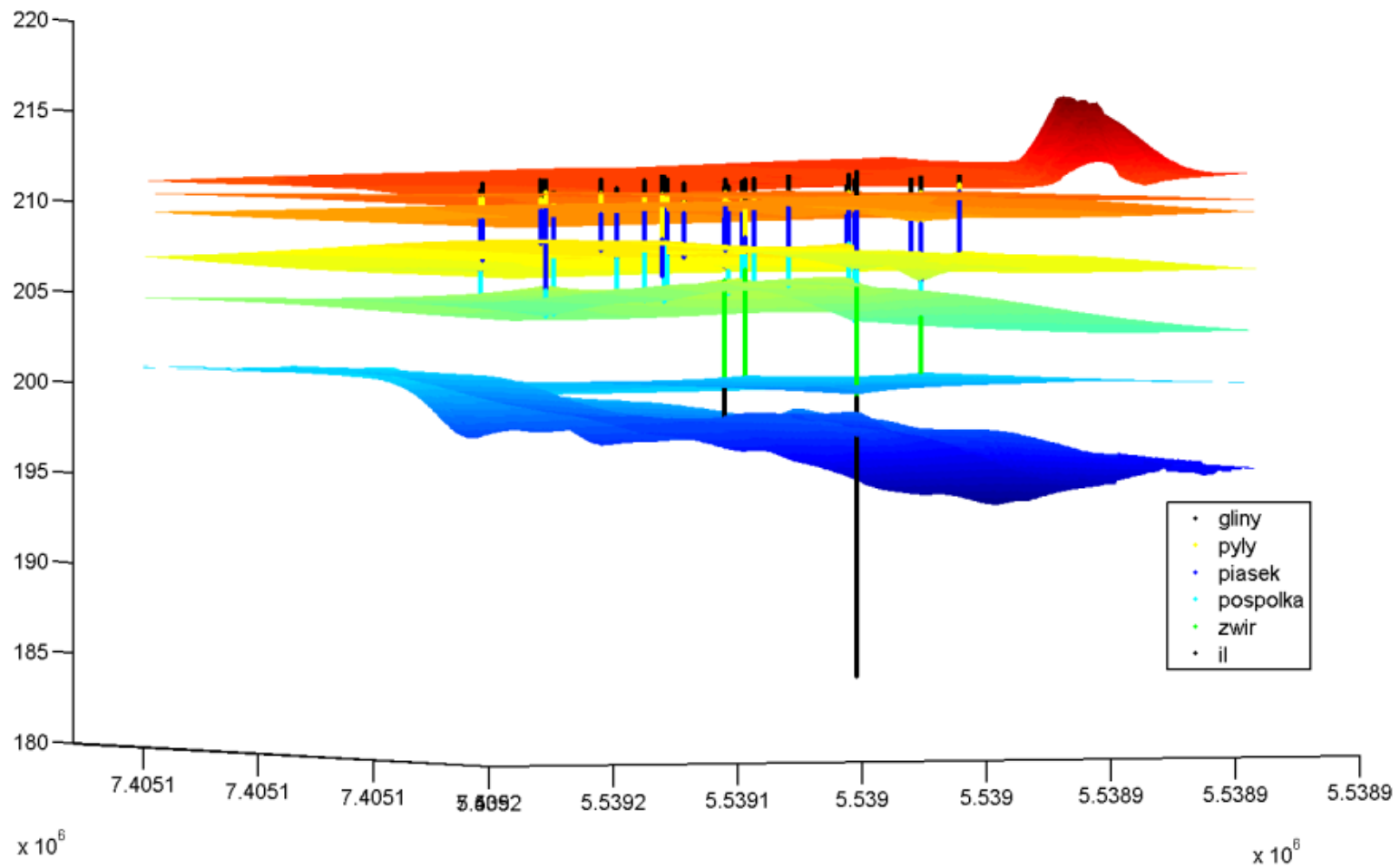
- Wyznaczenie parametrów geotechnicznych podłoża
- Wyznaczenie parametrów geotechnicznych używanych do budowy wału

## **Budowa modelu numerycznego:**

- Budowa modelu numerycznego podłoża
- Posadowienie numerycznego modelu wału na wymodelowanym podłożu

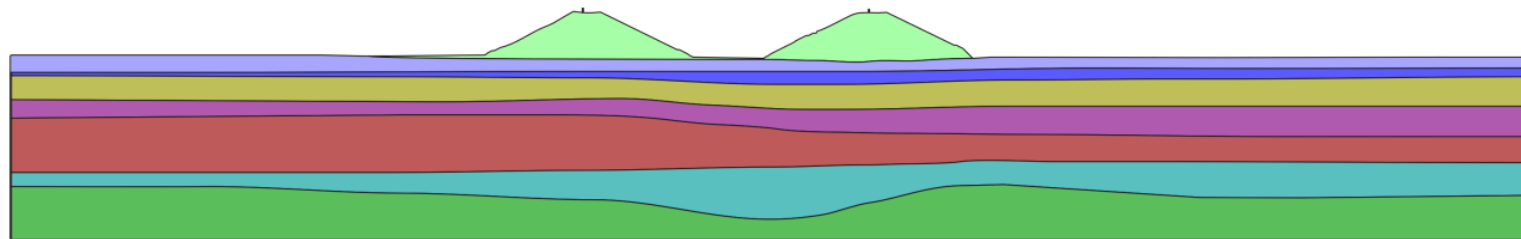


# Model numeryczny podłoża wraz z naniesionymi wynikami wierceń i sondowań geotechnicznych



## Przekrój przez model trójwymiarowy podłoża i wału

P2-P2'



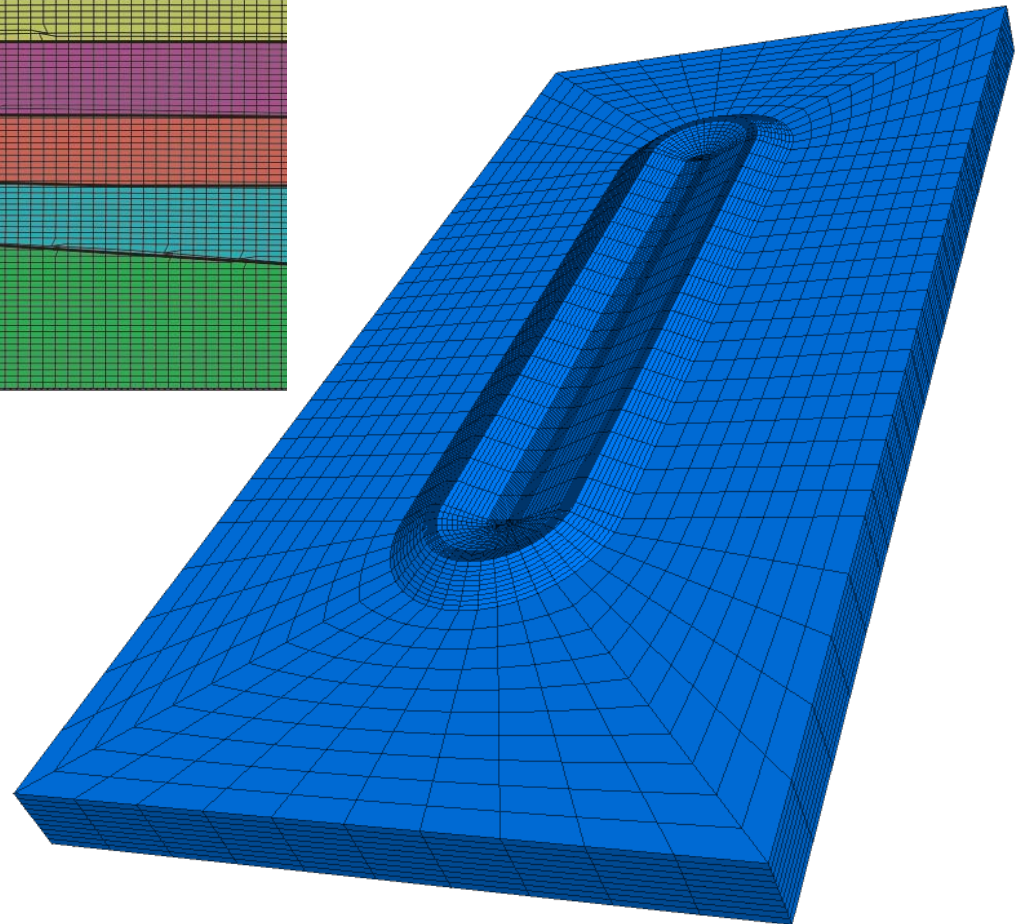
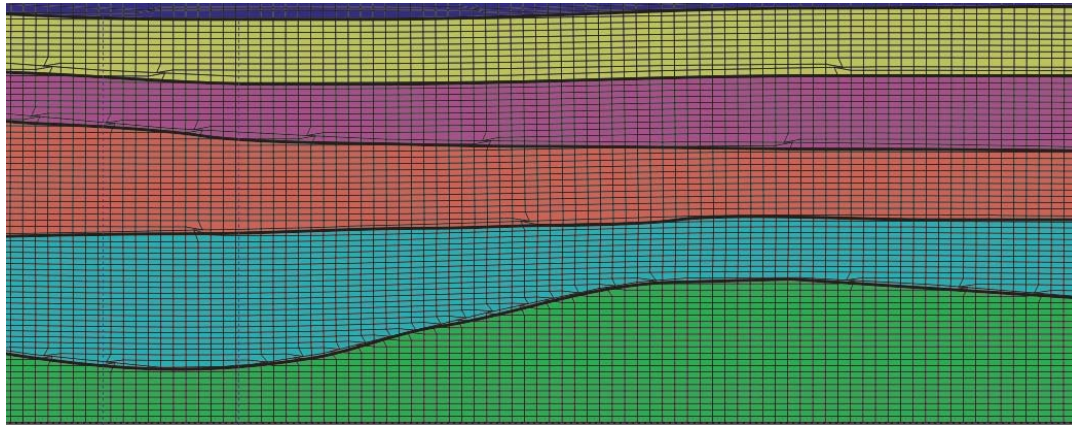
Litologia

- material budujący wał
- warstwa przypowierzchniowa
- warstwa pylasta
- warstwa piaszczysta

- pospółka
- żwiry
- iły
- wapienie



Model siatki wału eksperymentalnego wraz z podłożem w programach FLAC2D i FLAC 3D.



## Strategia wykorzystania modeli numerycznych:

### Warunki brzegowe:

- Przemieszczenia na brzegach modelu
- Poziom wód gruntowych
- Temperatura zewnętrzna
- inne

**Scenariusz realizowanej powodzi:**  
(czas piętrzenia i opadania wody, opady, zmiany temperatury i inne)

### Warunki początkowe:

- Poziom wody w zbiorniku
- Nasycenie wodą
- Temperatura wewnętrzna
- inne

**Wynik :**  
Bieżący obraz zmian  
wybranych parametrów  
fizycznego dla całego  
obwałowania oraz  
prognoza zmian w  
założonym horyzoncie  
czasowym



## Parametry ośrodka których rozkłady są modelowane numerycznie w wale i podłożu.

- Gęstość
- Naprężenia pionowe, poziome i ścinające
- Współczynnik uplastycznienia
- Przemieszczenia pionowe i poziome
- Temperatura
- Nasycenie wodą (wilgotność) i ciśnienie porowe

Projekt zakłada wymodelowanie **kilkuset** możliwych scenariuszy dla zróżnicowanych warunków początkowych. Baza scenariuszy wraz z aktualnymi pomiarami użyta będzie do identyfikacji najbardziej prawdopodobnych (w danych warunkach) scenariuszy



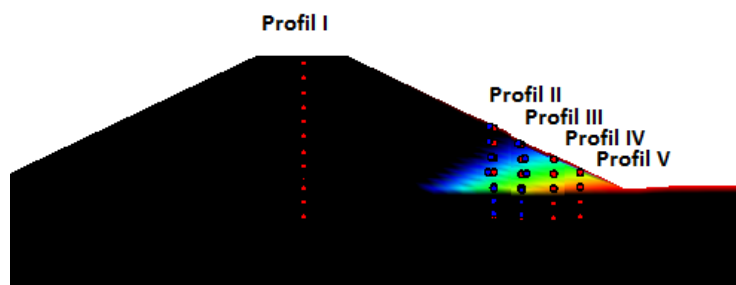
# Wyniki modelowań

## Przykład I:

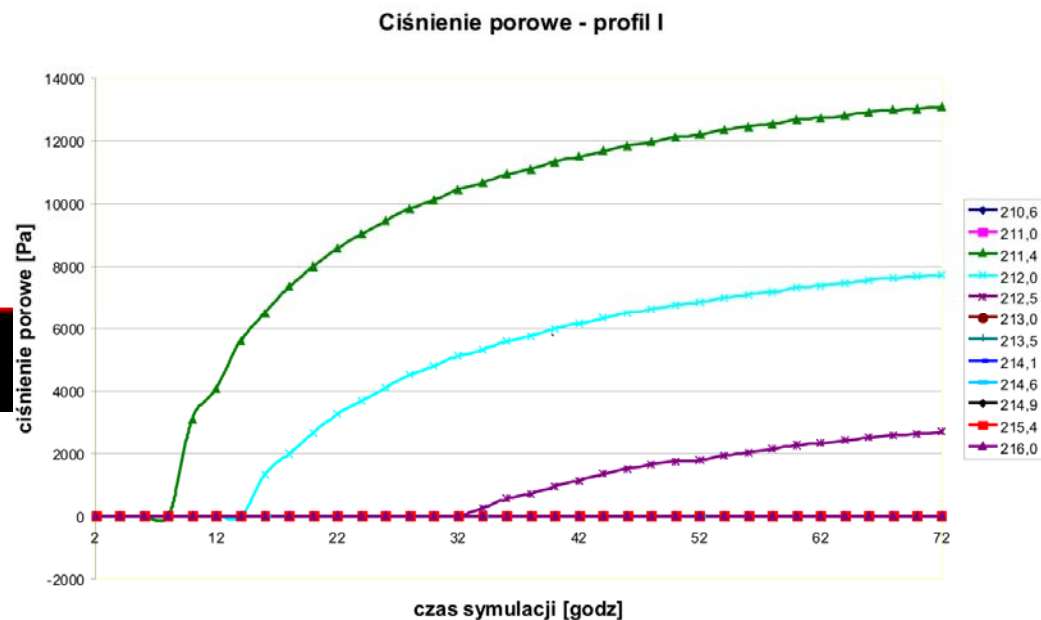
Rezultaty w postaci:

Sekwencji zmian w wybranych punktach  
Rozkładów (przekrojów) dwuwymiarowych  
Rozkładów przestrzennych

Rozmieszczenie profili monitorujących tempo zmian wartości parametrów



Zmiana wartości ciśnienia porowego pomierzona w punktach rozmieszczonych wzdłuż Profilu I w funkcji czasu.

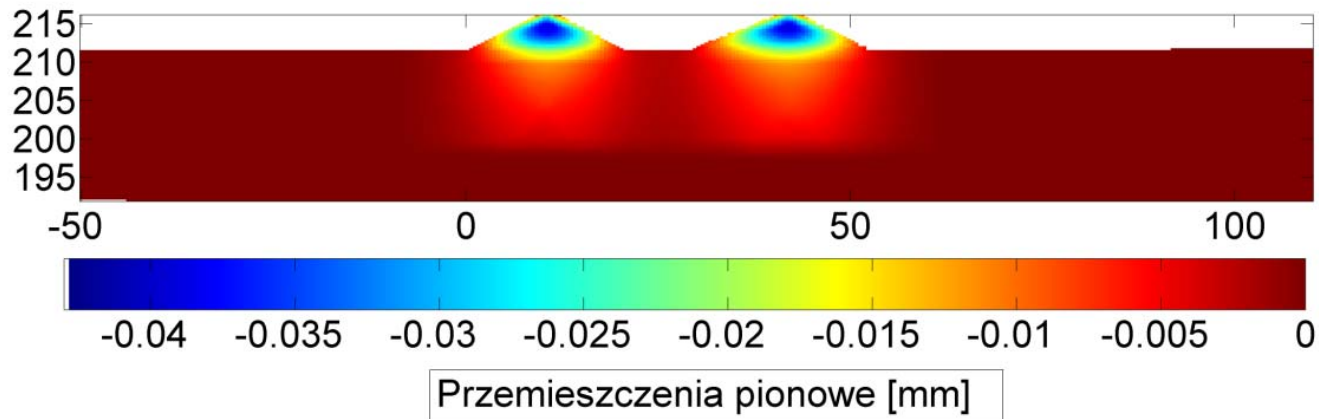




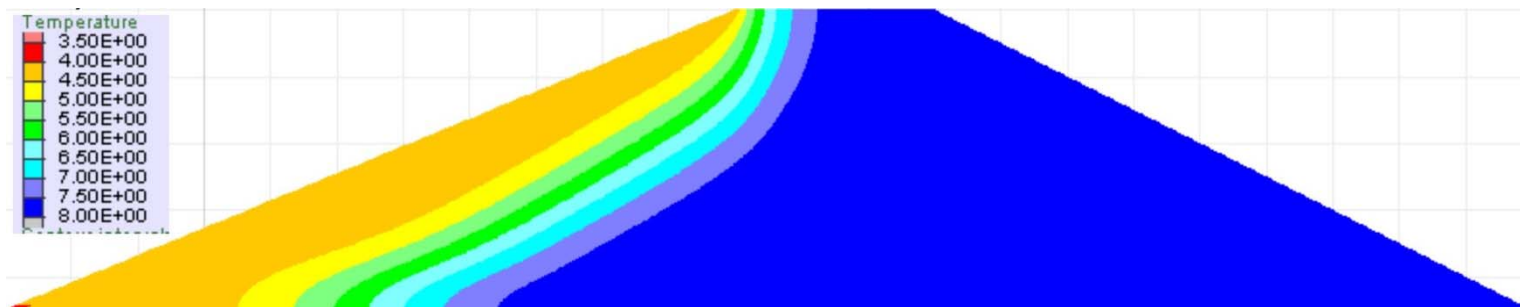
## Przykład II:

Rozkład dwuwymiarowy wybranych parametrów dla obwałowania przeciwpowodziowego.

Rozkład przemieszczeń pionowych w projektowanym wale i w podłożu



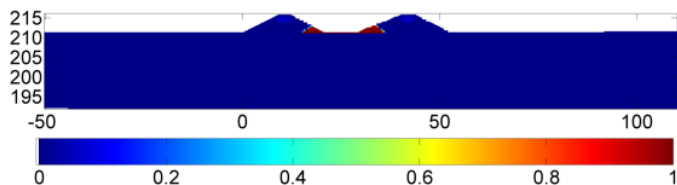
Rozkład pola temperatury w obrębie projektowanych obwałowań przeciwpowodziowych dla 7-dniowego czasu trwania fali kulminacyjnej



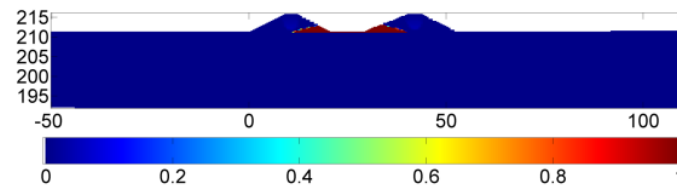


# Przykład III: Rozkład wartości nasycenia wodą uzyskany w wyniku modelowań numerycznych po okresie 2, 4, 6, 8 godzin oraz 1 i 2 dniach rozwoju procesu filtracji obwałowań przeciwpowodziowych.

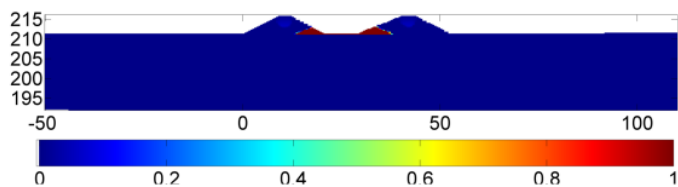
Nasycenie wodą



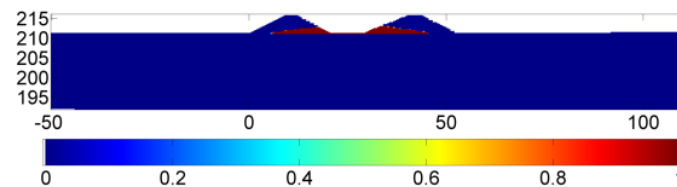
2 godziny



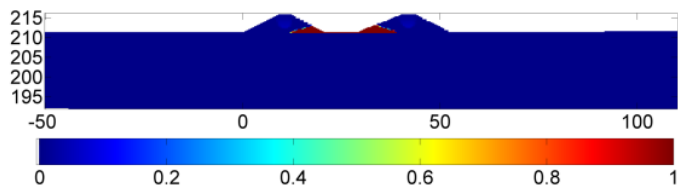
8 godzin



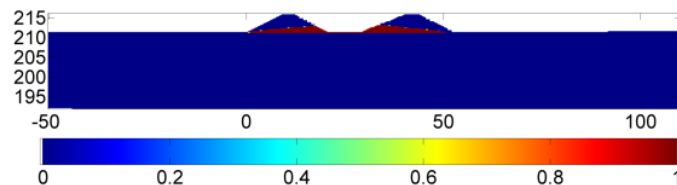
4 godziny



24 godziny



6 godzin



48 godzin



# Podsumowanie

- Modelowania numeryczne pozwalają na określenie przestrzennego rozkładu parametrów geotechnicznych kluczowych dla utrzymania stabilności wałów.
- Rozkłady są zgodne z pomierzonymi parametrami w wybranych punktach pomiarowych
- Modelowania pozwalają na prognozę zachowania się wałów, tzn. na oszacowanie ryzyka przerwania wałów w wypadku realizacji określonego scenariusza