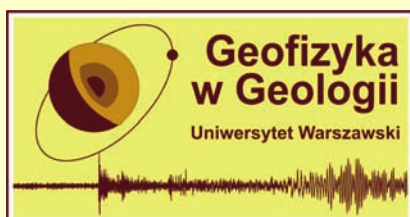


Wstęp do mechaniki ośrodków ciągłych

Wykład z ćwiczeniami dla 3 roku Geofizyki w Geologii w semestrze letnim: 30 godzin wykładu i 30 godzin ćwiczeń. ECTS 4.



Koordinator: dr hab. Leszek Czechowski

Wykład omawia podstawy mechaniki ośrodków ciągłych (MOC) i ich zastosowanie w naukach o Ziemi. Staramy się maksymalnie upraszczać problemy matematyczne.

Zapraszamy !

Plan:

Ośrodki ciągłe w naukach o Ziemi
 Podstawy matematyczne MOC
 Równanie przewodnictwa cieplnego
 Równanie dyfuzji
 Równanie ciągłości
 Równania dynamiki cieczy
 Przykłady rozwiązań równań ruchu cieczy
 Przepływy laminarny i turbulentny
 Ruch cieczy w ośrodku porowatym
 Równania ruchu ciała sprężystego
 Fale sejsmiczne
 Analiza wymiarowa
 Modelowanie w MOC
 Wybrane pakiety numeryczne dla MOC

Na zdjęciu rzeka Loboc w Bohol na Filipinach (wg Wikipedia, Qaalvin - Own work).



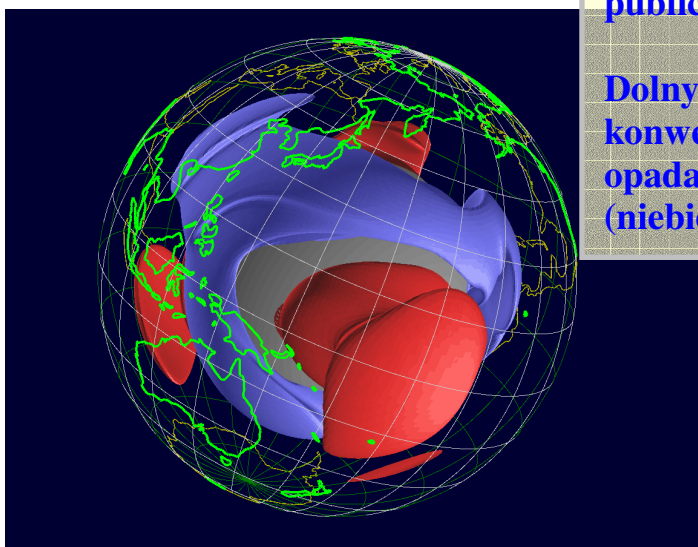


Woda płynąca w rzece, tornado w atmosferze, drgania gruntu podczas trzęsienia ziemi, fałdowanie się warstw skalnych podczas powstawania gór i konwekcja w płaszczu Ziemi to przykłady procesów opisywanych przez Mechanikę Ośrodków Ciągłych - MOC.



Górny: tornado w Oklahomie (USA, maj 1999). Wg NOAA public domain.

Środkowy: synklina w pobliżu Barstow w Kalifornii USA. Wg Magnus Manske, public domain.



Dolny: hipotetyczne wznoszące się prądy konwekcyjne (czerwone) i opadające prądy konwekcyjne (niebieskie). Według Su et al., (1994)

MOC oparta jest na zasadach klasycznej fizyki opracowanej przez I. Newtona. Zastosowanie tych zasad do ośrodków ciągłych prowadzi jednak do skomplikowanych równań, które potrafimy rozwiązać tylko dla prostych przykładów.

Musimy więc zapoznać się z równaniami różniczkowymi, warunkami brzegowymi i początkowymi oraz metodami ich rozwiązań.

Poniżej: równanie ciągłości wyrażające prawo zachowania masy i równanie ruchu cieczy lepkiej (czyli tzw. równanie Naviera-Stokesa).

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0 \qquad \rho \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \mathbf{v} \right) = -\nabla p + \nabla \cdot \mathbf{T} + \mathbf{f}$$

MOC wymaga też wprowadzenia nowego rodzaju wielkości fizycznych: tensorów (oprócz znanych wektorów i skalarów).

Poniżej wzory na składowe tensora deformacji.

$$\begin{aligned} \epsilon_{rr} &= \frac{\partial u_r}{\partial r} ; \quad \epsilon_{\theta\theta} = \frac{1}{r} \left(\frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} + u_r \right) ; \quad \epsilon_{zz} = \frac{\partial u_z}{\partial z} \\ \epsilon_{r\theta} &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \theta} + \frac{\partial u_\theta}{\partial r} - \frac{u_\theta}{r} \right) ; \quad \epsilon_{\theta z} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_\theta}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_z}{\partial \theta} \right) ; \quad \epsilon_{zr} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_r}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial r} \right) \end{aligned}$$

Proszę jednak się nie obawiać tych równań ☺! Obecnie mamy komputery, które je rozwiązują. O oprogramowaniu służącym do tego celu będziemy uczyli się na kursie!

Poniżej przykład użycia komputera do modelowania sedimentacji rzecze. Wykorzystano pakiet NCCHE. Obliczenia wykonała K. Misiura.

