**Sylabus kursu**

**Tytuł:** **Metoda elementów skończonych w modelowaniu zjawisk fizycznych**

**Koordynator:** dr hab. Krzysztof Bartosz

**Planowany termin zajęć:** semestr letni, rok akad. 2023/2024

**Liczba godzin i forma zajęć:**

* doktoranci: wykład, 30 godzin
* studenci: wykład, 30 godzin + ćwiczenia 30 godzin.

**Warunki zaliczenia kursu:**

* doktoranci: egzamin
* studenci: projekt zaliczeniowy na zaliczenie ćwiczeń + egzamin

**Wymagania wstępne:** analiza matematyczna, algebra liniowa

**Tematyka kursu:**

MES - Metoda Elementu Skończonego, lub Metoda Elementów Skończonych (ang. FEM-Finite Element Method) służy do numerycznego rozwiązywania zagadnień różniczkowych opisujących rozmaite procesy fizyczne, takie jak przepływ ciepła, dyfuzję, drgania, oraz modelujących stany odkształceń i naprężeń w konstrukcjach mechanicznych. Nie dziwi więc fakt, że metoda ta jest szeroko stosowana w licznych dziedzinach przemysłu. Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu komputerów o coraz większej mocy obliczeniowej, mogących wykonywać efektywne symulacje badanych zjawisk.

Celem wykładu jest omówienie matematycznej teorii, na której opiera się MES jak również nakreślenie najważniejszych kierunków jej rozwoju. Oprócz teorii omówione zostaną praktyczne aspekty związane z implementacją poznanych metod przy użyciu dostępnych programów obliczeniowych oraz bibliotek numerycznych. Ćwiczenia poświęcone będą głównie zapoznaniu się z możliwościami programów komputerowych wykorzystujących MES. W szczególności omówione zostaną następujące narzędzia:

* program gmsh służący do generowania obszarów 2 i 3 wymiarowych, na których rozpatrywane są badane zjawiska, oraz do tworzenia siatki triangulacyjnej koniecznej do zastosowania MES.
* program Elmer umożliwiający określenie warunków fizycznych na zadanym obszarze oraz wizualizację otrzymanych rezultatów.

**Literatura:**

1. H. Baaser, Development and application of the finite element method based on MATLAB, 2010, Springer-Verlag Berlin Heidelberg,
2. L. Beirao Da Veiga, F. Brezzi, A. Cangiani, G. Manzini, et al.: Basic principles of virtual element methods. Math. Models Methods Appl. Sci. 23(1), 1–16 (2013)
3. S. C. Brenner, L. R. Scott, The Mathematical Theory of Finite Element Methods, 2008, Springer Science+Business Media, LLC
4. P. G. Ciarlet, The finite element method for elliptic problems, 1978, North-Holland, Amsterdam,
5. X. Feng, O. Karakashian, Y. Xing (eds.) Recent Developments in Discontinuous Galerkin Finite Element Methods for Partial Differential Equations, 2014, Springer International Publishing Switzerland,
6. C. Johnson, Numerical solution of partial differentia equations by the finite element method, Cambridge University Press,
7. D. A. Di Pietro, A. Ern, Mathematical Aspects of Discontinuous Galerkin Methods, 2012, Springer-Verlag Berlin Heidelberg,
8. A. Quarteronii, A. Valli, Numerical approximation of partial differential equations, 2008, Springer-Verlag Berlin Heidelberg,
9. O.J. Sutton,: The virtual element method in 50 lines of MATLAB. Numer. Algorithms. 75, 1–19 (2016)