

Tematy MMNiT (kursywą nadobowiązkowe):

- podstawowe prawa fizyki
 - zasady zachowania – w sformułowaniu całkowym i różniczkowym
 - (1.1) masy,
 - (1.2) pędu,
 - (1.3) energii,
 - (1.4) ogólna postać prawa zachowania (w 1D i 3D)
 - modele materiałowe, równania konstytutywne
 - (1.5) związek temperatury z energią,
 - (1.6) postać tensora naprężeń dla płynów, płyny newtonowskie – naprężenia ścinające, lepkość
 - twierdzenia związane z matematycznym opisem wielkości fizycznych
 - (1.7) twierdzenie o transporcie (Reynoldsa)
 - (1.8) twierdzenie o dywergencji (Greena-Gaussa-Ostrogradskiego)
 - podstawowe typy opisu procesów fizycznych
 - (1.9) opis Lagrange'a
 - (1.10) opis Eulera
- modelowanie przewodnictwa cieplnego i przepływu płynu nieściśliwego
 - problem przewodnictwa cieplnego (zależny od czasu, z konwekcją)
 - (3.1) sformułowanie różniczkowe – związek z zasadą zachowania energii
 - (3.2) dominująca konwekcja lub dyfuzja
 - (3.3) warunki brzegowe (trzy rodzaje)
 - przepływy nieściśliwe
 - (3.4) równania Naviera-Stokesa – bilans masy, równanie ciągłości
 - (3.5) równania Naviera-Stokesa – bilans pędu
 - (3.6) warunki brzegowe
 - modele materiałowe, równania konstytutywne
 - (3.7) prawo Fouriera dla przewodnictwa cieplnego, strumień ciepła, współczynnik przewodnictwa cieplnego
 - (3.8) założenia dotyczące płynów nieściśliwych (gęstość, ciśnienie)
- typy równań różniczkowych cząstkowych II rzędu i matematyczne warunki poprawności postawienia problemów brzegowych i początkowo-brzegowych
 - równania różniczkowe cząstkowe II rzędu – podstawowa charakterystyka, przykłady
 - (2.1) eliptyczne
 - (2.2) paraboliczne
 - (2.3) hiperboliczne
 - (2.4) równania liniowe i nieliniowe
 - problemy brzegowe i początkowo-brzegowe – zestaw warunków brzegowych i początkowych oraz ich postać, wymagane dla poprawności postawienia problemu (istnienia i jednoznaczności rozwiązania) w przypadku różnych typów równań różniczkowych:
 - (2.5) eliptycznych
 - (2.6) parabolicznych
 - (2.7) hiperbolicznych
 - problemy konwekcji-dyfuzji
 - (2.8) ogólna postać, warunki brzegowe

- ogólna idea dyskretyzacji i błąd dyskretyzacji, aproksymacja, zbieżność (rzęd zbieżności)
 - błędy przy modelowaniu: rodzaje błędów, źródła, sposoby redukcji
 - (9.1) błąd modelowania
 - (9.2) błąd danych, parametrów wejściowych
 - (9.3) błąd dyskretyzacji
 - (9.4) błąd zaokrągleń
 - dyskretyzacja:
 - (4.1) obszaru obliczeniowego (przykładowo: interpolacja brzegu, triangulacja wewnątrz), typy siatek (strukturalne, niestrukturalne)
 - (4.2) funkcji (przykładowo: interpolacja)
 - (4.3) problemów brzegowych i początkowo-brzegowych
 - ogólna idea metod dyskretyzacji (aproksymacji) problemów brzegowych i początkowo-brzegowych
 - (4.4) MRS (*FDM*), wyprowadzenie schematów, wzorzec (*stencil*)
 - (4.5) MES (*FEM*), dwie podstawy MES
 - (4.6) MOS (*FVM*), postać dyskretyzowanego problemu, objętość kontrolna
 - ogólne warunki zbieżności metod dyskretyzacji (aproksymacji) problemów brzegowych i początkowo-brzegowych
 - (4.7) stabilność, względna i bezwzględna
 - (4.8) spójność, warunki zbieżności metod aproksymacji
 - (4.9) dokładność, rząd metody
 - dyskretyzacja czasowa MRS
 - (4.10) metody jawne i niejawne
 - (4.11) metoda niejawna Eulera
 - (4.12) metoda Cranka-Nicolson
 - (4.13) zbieżność w czasie do stanu ustalonego, rozwiązywanie zadań stacjonarnych
 - modelowanie zagadnień konwekcji-dyfuzji z dominującą konwekcją
 - (4.14) stabilność aproksymacji, elementowa liczba *Pecleta*
 - (4.15) stabilizacja dla dyskretyzacji MES zagadnień z dominującą konwekcją, metoda SUPG
- procedury rozwiązywania układów równań nieliniowych i liniowych
 - rozwiązywanie układów równań nieliniowych
 - (7.6) metoda Newtona
 - (7.7) metoda Picarda (*fixed point iterations*)
 - rozwiązywanie układów równań liniowych
 - (7.8) metody bezpośrednie, złożoność obliczeniowa i jej zależność od struktury układu, "fill-in"
 - (7.9) idea algorytmu przenumrowania opartego na przeglądaniu grafu wszere
 - metody iteracyjne
 - (7.10) metody iteracji prostej, zbieżność
 - (7.11) metody podprzestrzeni Kryłowa, poprawa uwarunkowania
- idea metody elementów skończonych dla zagadnień eliptycznych
 - sformułowanie słabe
 - (5.1) idea otrzymywania na podstawie równań różniczkowych, funkcje testujące
 - (5.2) norma funkcji, typy norm
 - (5.3) przestrzenie funkcyjne, podział ze względu na istnienie i ciągłość pochodnych, funkcje całkowalne, przestrzenie Sobolewa
 - (5.4) uwzględnienie warunków brzegowych Dirichleta
 - (5.5) uwzględnienie warunków brzegowych Neumanna

- (5.6) równoważność sformułowań różniczkowych i całkowych
 - oszacowanie błędu aproksymacji MES
 - (5.7) "best approximation property"
 - (5.8) oszacowanie *a priori* (na podstawie błędu interpolacji i "best approximation property")
 - (5.9) zbieżność do rozwiązania dokładnego, rząd zbieżności
- techniczne aspekty aproksymacji MES
 - triangulacja obszaru obliczeniowego
 - (6.1) wymagania w stosunku do podziału na elementy
 - (6.2) jakość siatki (i jej wpływ na błąd aproksymacji)
 - (6.3) typy elementów (w 2D, w 3D)
 - funkcje kształtu
 - (6.4) wielomiany Lagrange'a stopnia p
 - (6.5) wielomiany hierarchiczne stopnia p
 - funkcje bazowe
 - (6.6) konstrukcja funkcji bazowych z funkcji kształtu
 - (6.7) interpolacja MES
 - (6.8) postać funkcji niewiadomej, stopnie swobody, kombinacja liniowa funkcji bazowych
- tworzenie układów równań (liniowych lub nieliniowych) w MES
 - tworzenie układów równań (liniowych lub nieliniowych) na podstawie sformułowania słabego MES
 - (7.1) postać elementów macierzy układów równań
 - (7.2) całkowanie numeryczne, elementy odniesienia
 - (7.3) agregacja układu równań liniowych
 - (7.4) postać macierzy układu równań – rola numerowania i przenumerowania węzłów
 - (7.5) cechy macierzy układu równań
- modelowanie zagadnień zależnych od czasu metodą linii MES-MRS
 - dyskretyzacja przestrzenna
 - (8.1) sformułowanie słabe, pochodne w sformułowaniu słabym
 - (8.2) założenia co do postaci funkcji aproksymującej
 - (8.3) transformacja do układu równań różniczkowych zwyczajnych
 - (8.4) postać równań, zwyczajowe nazwy macierzy współczynników
 - dyskretyzacja czasowa MRS
 - (8.5) postać schematów całkowania w czasie dla metody linii
 - (8.6) zbieżność w czasie do stanu ustalonego, rozwiązywanie zadań stacjonarnych
- modelowanie adaptacyjne MES
 - adaptacja
 - (9.5) idea, szacowanie błędu *a posteriori*
 - (9.6) typy adaptacji: r , h , p , hp , *remeshing* – zbieżność
 - (9.7) osobliwości rozwiązania