



Politechnika Łódzka



Katedra Automatyki,
Biomechaniki i Mechatroniki



KATEDRA
WYTRZYMAŁOŚCI
MATERIAŁÓW
I KONSTRUKCJI



Instytut Maszyn
Przepływowych



Blok obieralny

Modelowanie i symulacje numeryczne w mechanice

Studia pierwszego stopnia na kierunku Mechatronika



Politechnika Łódzka



Katedra Automatyki,
Biomechaniki i Mechatroniki



KATEDRA
WYTRZYMAŁOŚCI
MATERIAŁÓW
I KONSTRUKCJI



Instytut Maszyn
Przepływowych



Przedmioty w bloku

Nazwa przedmiotu	Kierujący	Liczba godzin Studia dzienne (zaoczne)	Karta przedmiotu Studia dzienne (zaoczne)
<i>Modelowanie i symulacja układów mechanicznych</i>	dr hab. inż. Grzegorz Kudra, prof. PŁ	15w/15l (10w/10l)	01 35 0158 00 (01 35 0159 00)
<i>Modelowanie i metody numeryczne mechaniki ciała stałego</i>	dr inż. Leszek Czechowski	15w/30l (10w/15l)	01 35 0160 00 (01 35 0161 00)
<i>Numeryczna analiza konstrukcji</i>	dr inż. Mariusz Urbaniak	30w/30l (10w/15l)	01 35 0162 00 (01 35 0163 00)
<i>Komputerowa analiza przepływów i wymiany ciepła</i>	dr hab. inż. Krzysztof Sobczak	15w/30l (10w/15l)	01 35 0164 00 (01 35 0165 00)



Politechnika Łódzka



Katedra Automatyki,
Biomechaniki i Mechatroniki



Modelowanie i symulacja układów mechanicznych

przedmiot w bloku *Modelowanie i symulacje numeryczne w mechanice*

Realizator: dr hab. inż. Grzegorz Kudra, prof. PŁ



Treści merytoryczne

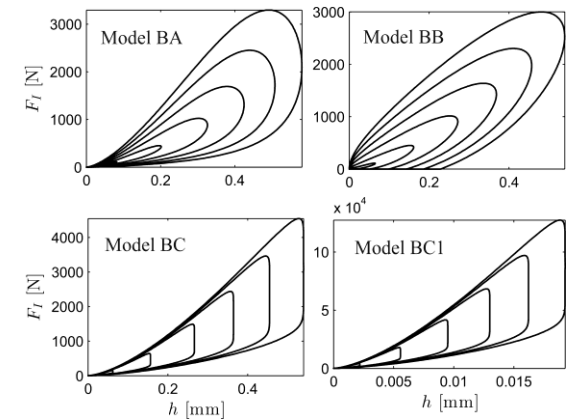
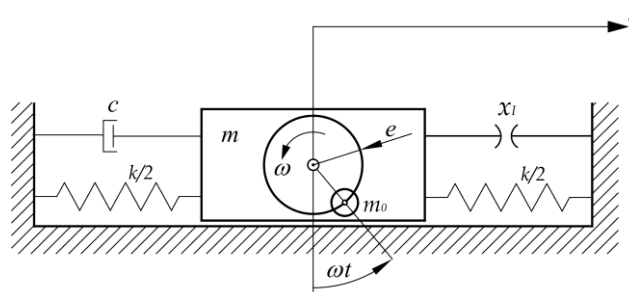
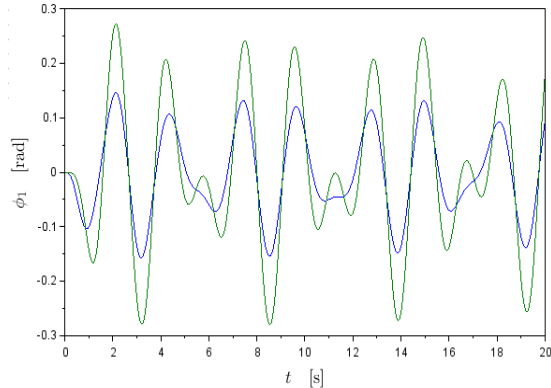
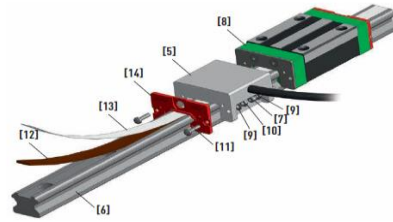
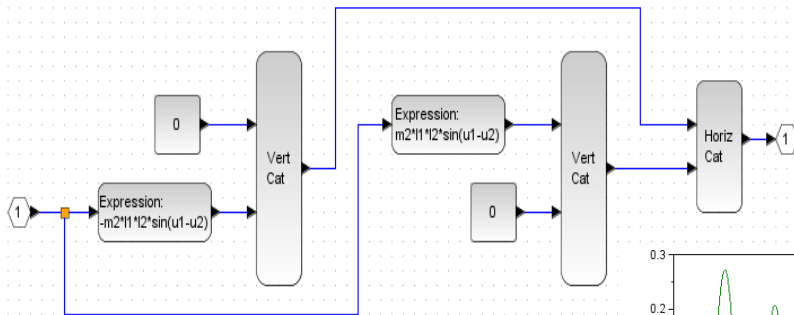
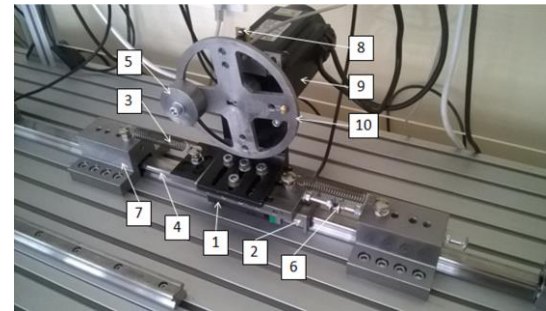
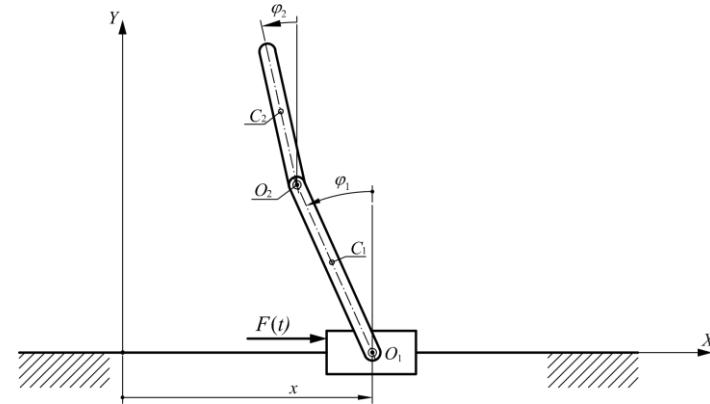
- *Student zdobywa wiedzę i umiejętności z zakresu tworzenia modeli matematycznych prostych układów mechanicznych o skończonej liczbie stopni swobody z uwzględnieniem rzeczywistych oporów ruchu (np. w łożyskach, powietrza)*
- *Student nabywa umiejętności i doskonali techniki tworzenia oprogramowania w środowisku Scilab (darmowym odpowiedniku Matlab) służącego do symulacji i analizy dynamiki prostych układów mechanicznych oraz ich sterowania*

Laboratorium

Plik Edycja Format Ustawienia Okno Wykonaj ?

```

orbit.sce (D:\OneDrive - Politechnika Łódzka\DYDAKTYKA\Materiały dydaktyczne\AIR II st
orbit.sce
1 xi=[0;0;0; 0;0;0];
2 ti=0;
3 t1 = 500;
4 te = 1000;
5 t = (0:0.005:te)';
6 i0 = find(t<t1);
7 i1 = find(t>=t1);
8 x = ode(xi,ti,t,f)';
9 y04 = -11*cos(x(:,1))-12*cos(x(:,2))-13*cos(x(:,3));
10 x04 = 11*sin(x(:,1))+12*sin(x(:,2))+13*sin(x(:,3));
11
12 figure(1)
13 clf(1)
  
```





Politechnika Łódzka



KATEDRA
WYTRZYMAŁOŚCI
MATERIAŁÓW
I KONSTRUKCJI



Modelowanie i metody numeryczne mechaniki ciała stałego

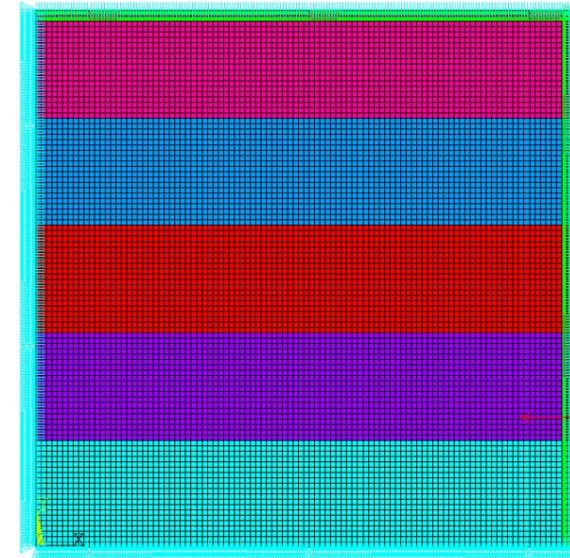
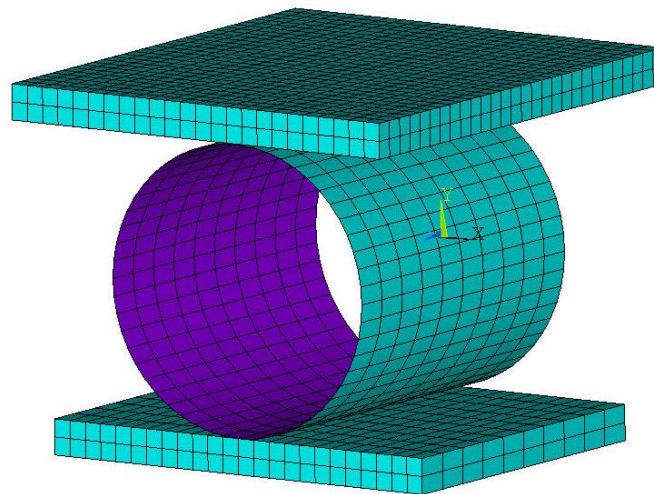
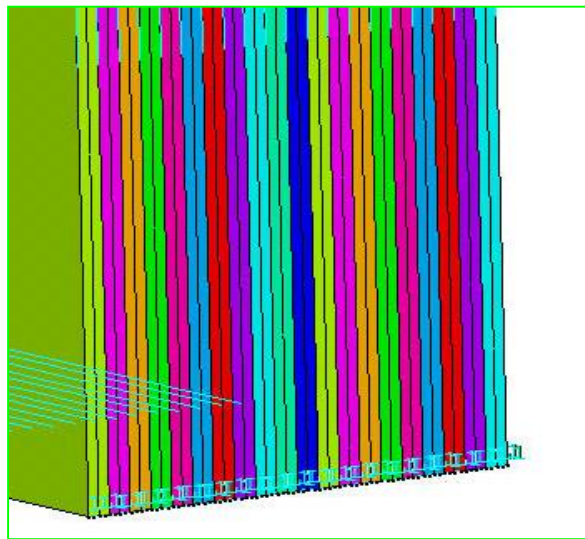
przedmiot w bloku *Modelowanie i symulacje numeryczne w mechanice*

Realizator: dr inż. Leszek Czechowski



Treści merytoryczne

Przedmiot oparty jest o wykorzystanie narzędzi programowych do analizy wytrzymałości i odkształceń materiałów w celu kompleksowego zbadania problemów technicznych. Celem przedmiotu jest nabycie wiedzy i umiejętności z zakresu wykorzystywania metod i oprogramowań komputerowych wspomagających prace inżynierskie w zakresie symulacji zjawisk fizycznych, analizy naprężeń, przemieszczeń i odkształceń elementów projektowanych.





Wykład

- 1. Wprowadzenie do Metody Elementów Skończonych. Pojęcie elementu sprężystego. Macierz sztywności elementu w zagadnieniu liniowym. Macierz sztywności struktury. Podstawowy układ równań MES;*
- 2. Płaskie zagadnienie statyki liniowej. Pojęcie stopni swobody. Wzór ogólny macierzy sztywności;*
- 3. Sposób definicji elementu skończonego na przykładzie element prętowego - metoda przemieszczeń;*
- 4. Zagadnienie płaskie, element trójkątny CST - funkcje kształtu, macierz sztywności;*
- 5. Program ANSYS - różne sposoby budowy modeli dyskretnych, zadawanie warunków brzegowych i obciążeń, przeglądanie wyników i sposoby ich prezentacji. Przegląd typów elementów skończonych w bibliotece elementów programu ANSYS;*
- 6. Element belkowy - analiza na gruncie statyki liniowej. Układ współrzędnych lokalnych i globalnych. Macierz sztywności elementu w obu układach współrzędnych;*
- 7. Redukcja wymiarów zagadnienia konstrukcji przestrzennej do modelu z elementami 2D;*
- 8. Problemy i sposoby ich pokonywania przy generacji siatki elementów;*
- 9. Ocena naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w ciałach stałych – dobór hipotez i kryteriów zniszczeń;*
- 10. Zagadnienia nieliniowe – nieliniowości geometryczne i materiałowe;*
- 11. Modelowanie elementów kontaktowych – uzyskiwanie zbieżności rozwiązania;*
- 12. Zagadnienia sprzężone – łączenie odrębnych analiz;*



Politechnika Łódzka



KATEDRA
WYTRZYMAŁOŚCI
MATERIAŁÓW
I KONSTRUKCJI



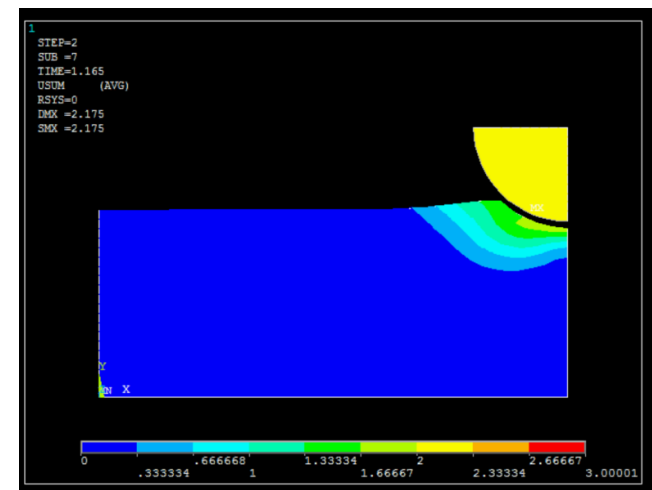
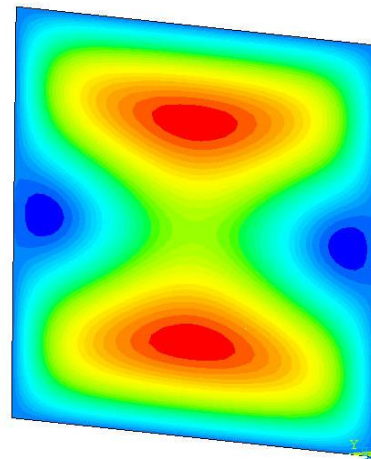
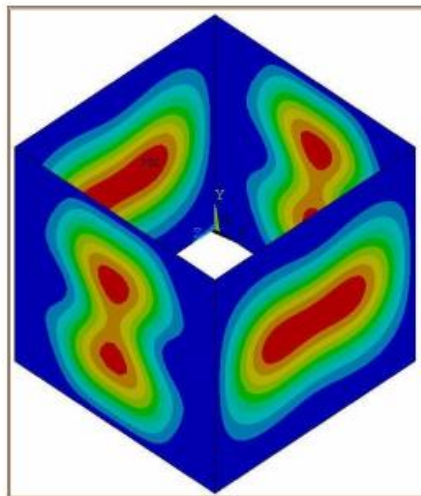
Laboratorium

- 1. Wprowadzenie do używanego oprogramowania. Rozwiązanie przykładowego problemu z uwagi na wytrzymałość materiału i porównanie wyników z rozwiązaniem teoretycznym;*
- 2. Analiza zbieżności rozwiązania. Dobór typu i wielkości elementów. Analiza konstrukcji w oparciu o elementy jednowymiarowe;*
- 3. Metody budowania modeli geometrycznych, dyskretyzacja modeli trójwymiarowych oraz ocena sposobu zadawania warunków brzegowych na osiągnane wyniki;*
- 4. Analiza wyników rozwiązania w zakresie elementów dwu- i trójwymiarowych i porównywanie ich z wynikami teoretycznymi;*
- 5. Analiza łączenia symulacji termicznej z symulacją strukturalną;*
- 6. Modelowanie materiałów nieliniowych – osiągnięcie zbieżności rozwiązania;*
- 7. Modelowanie elementów kontaktowych ;*
- 8. Sposób opracowania raportu z analiz i interpretacja wyników;*

Forma zaliczenia

1. Przeprowadzonych dwóch analiz numerycznych (ocena_zad_1 oraz ocena_zad_2) struktur w oparciu o materiały z prowadzonych zajęć;
2. Przeprowadzenie analizy zaawansowanej z wykonaniem pełnego raportu (ocena_raport_3).

Ocena końcowa: ocena_zad_1 x 0,25 + ocena_zad_2 x 0,25 + ocena_raport_3 x 0,5;





Politechnika Łódzka



KATEDRA
WYTRZYMAŁOŚCI
MATERIAŁÓW
I KONSTRUKCJI



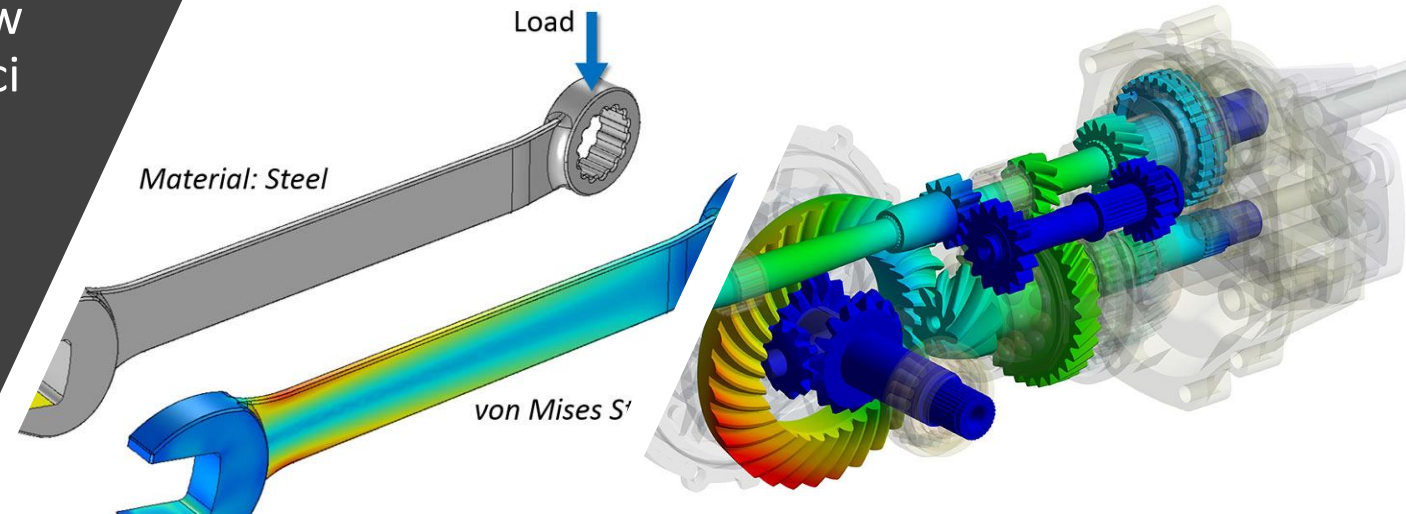
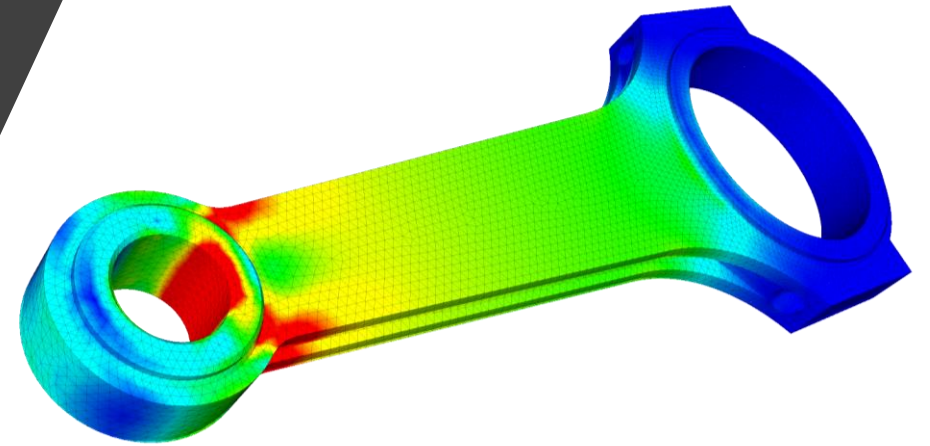
Numeryczna analiza konstrukcji

przedmiot w bloku *Modelowanie i symulacje numeryczne w mechanice*

Realizator: dr inż. Mariusz Urbaniak

Co?

- Modelowanie konstrukcji inżynierskich, budowa geometrii, dyskretyzacja, warunki brzegowe
- Modelowanie elementów wykonanych z kompozytów
- Analizy dla dużych odkształceń oraz ze zniszczeniem materiału
- Modelowanie mikrostruktury kompozytów oraz numeryczne wyznaczanie właściwości materiałowych
- Praca w środowisku oprogramowania ANSYS® Workbench



Gdzie?

- Sale audyторыjne W1
- Sale komputerowe Fabryka Inżynierów



Jak?

- Wykłady – podstawowa wiedza teoretyczna; dwa kolokwia
- Laboratoria – praktyczne wykorzystanie MES w komercyjnym oprogramowaniu; dwa projekty zaliczeniowe





Politechnika Łódzka



Instytut Maszyn
Przepływowych



Komputerowa analiza przepływów i wymiany ciepła

przedmiot w bloku *Modelowanie i symulacje numeryczne w mechanice*

**Realizatorzy: dr hab. inż. Artur Gutkowski, dr inż. Piotr Jasiński, dr inż. Marcin Łęcki,
dr hab. inż. Adam Papierski, dr hab. inż. Krzysztof Sobczak**

Motywacja

W chwili obecnej komputerowe analizy przepływów i wymiany ciepła znajdują szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach techniki. Bardzo często osiągają one na tyle wysoki poziom precyzji, że dobrze uzupełniają one, lub wręcz zastępują drogie i czasochłonne badania eksperymentalne, częstokroć bardzo złożonych urządzeń lub instalacji, wpisując się w ideę „wirtualnego prototypowania”.

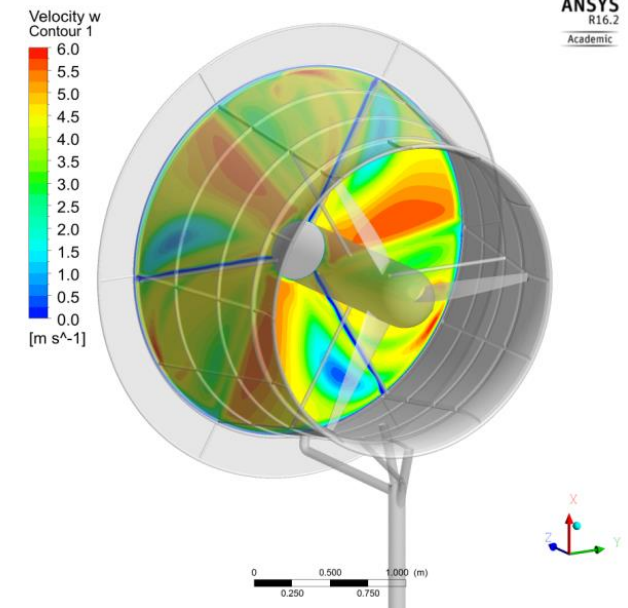
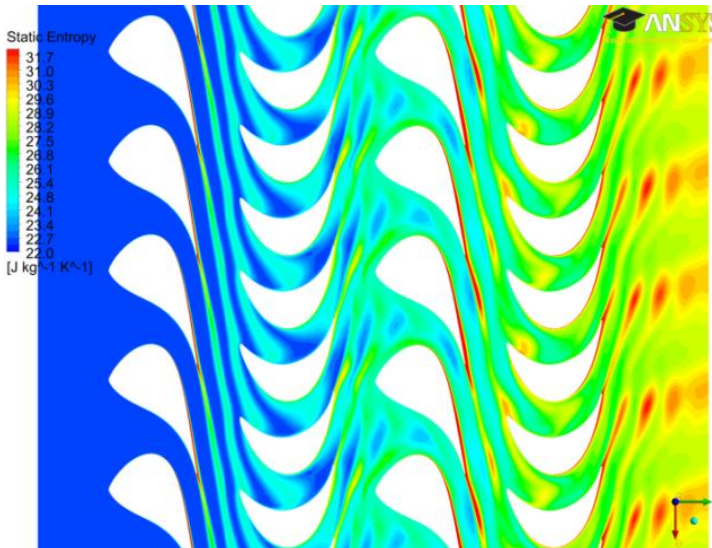
Typowymi polami zastosowań tego typu analiz komputerowych są:

- przemysł lotniczy;
- przemysł motoryzacyjny;
- przemysł okrętowy;
- przemysł chemiczny i petrochemiczny;
- produkcja energii elektrycznej;
- hydraulika;
- ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja;

a także takie dziedziny jak:

- bioinżynieria;
- architektura i budownictwo;
- modelowanie pogody;
- sport.

Wpisując do wyszukiwarki internetowej hasło „**Computational Fluid Dynamics**”, można znaleźć ogromną ilość przykładów symulacji numerycznych z wyżej wymienionych dziedzin, jak i wielu innych.





Cel przedmiotu:

Zapoznanie studentów z podstawami komputerowych analiz przepływów i wymiany ciepła.

Treści programowe:

W ramach przedmiotu przedstawione zostaną:

- podstawie zagadnienia przepływów płynów i wymiany ciepła:
 - definicja i właściwości płynów oraz opis ich ruchu;
 - mechanizmy wymiany ciepła: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie;
 - równania podstawowe mechaniki płynów i wymiany ciepła;
 - wybrane przypadki przepływów wewnętrznych i zewnętrznych płynów bez i z wymianą ciepła;
- podstawowe zagadnienia modelowania numerycznego:
 - modelowanie turbulencji;
 - dyskretyzacja równań podstawowych i sposoby ich rozwiązania.
 - definiowanie problemów cieplno-przepływowych oraz przygotowanie i przeprowadzenie ich symulacji komputerowych.

Nabyte umiejętności:

- umiejętność opisywania i wyjaśniania podstawowych zagadnień związanych z symulacjami numerycznymi procesów przepływu płynu i wymiany ciepła;
- umiejętność przygotowywania i przeprowadzania symulacji numerycznych procesów cieplno-przepływowych z wykorzystaniem oprogramowania komercyjnego oraz prezentowania ich wyników;
- umiejętność interpretowania i krytycznego analizowania otrzymanych wyników symulacji cieplno-przepływowych, w tym dokonywania ich walidacji w odniesieniu do danych referencyjnych.

Aspekt praktyczny:

W ramach realizacji przedmiotu szczególny nacisk stawiany jest na aspekt praktyczny przeprowadzenia komputerowych analiz przepływów płynów i wymiany ciepła. W ramach laboratorium komputerowego studenci:

- zapoznani zostają z podstawowymi operacjami przygotowania, rozwiązania i analizy wyników kilku symulacji numerycznych typowych problemów cieplno-przepływowych;
- następnie samodzielnie wykonują analizy komputerowe wybranych przez nich problemów przepływów płynów i wymiany ciepła, np:

