



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Optymalizacja topologiczna w projektowaniu

Przedmiot

Kierunek studiów

Mechanika i budowa maszyn

Studia w zakresie (specjalność)

Wirtualna inżynieria projektowania

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

Liczba godzin

Wykład

15

Ćwiczenia

Laboratoria

15

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

Liczba punktów ECTS

2

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof. dr hab. inż. Michał NOWAK

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Wymagania wstępne

WIEDZA: Znajomość metod modelowania geometrii w systemach CAD. Podstawowa wiedza z zakresu budowy systemów komputerowych. Podstawowa wiedza w zakresie analizy strukturalnej.

UMIEJĘTNOŚCI: Umiejętność obsługi systemów komputerowych. Umiejętność posługiwania się systemem CAD w podstawowym zakresie. Umiejętność modelowania geometrii w systemie CAD. Umiejętność wykorzystania metody elementów skończonych w praktyce.



KOMPETENCJE SPOŁECZNE: Umiejętność pracy w zespole. Rozumienie potrzeby uczenia się i pozyskiwania nowej wiedzy.

Cel przedmiotu

Przekazanie wiedzy o metodach i procesach związanych z zaawansowanym projektowaniem wirtualnym z użyciem systemów optymalizacji topologicznej. Wskazanie roli optymalizacji topologicznej w procesie projektowania. Praktyczne zapoznanie studentów ze współczesnymi możliwościami prowadzenia optymalizacji topologicznej. Wskazanie czynników stymulujących potrzebę rynkową rozwoju takich metod projektowania, jakim jest wzrastający potencjał wytwórczy metod addytywnych. Wraz z opanowaniem możliwości wytwarzania addytywnego wyrobów bezpośrednio w metalu, skokowo wzrosło zapotrzebowanie na proces projektowania, który zrywa z tradycyjnymi ograniczeniami technologicznymi. Nowa jakość w procesie projektowania powstaje dzięki zastosowaniu metod optymalizacji topologicznej. Wskazanie różnych algorytmów optymalizacji topologicznej. Zapoznanie studentów z dostępnym oprogramowaniem dla optymalizacji topologicznej.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Student ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia optymalizacji topologicznej.
2. Student ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych w projektowaniu i wytwarzaniu z użyciem metod addytywnych, szczególnie w zakresie wykorzystania optymalizacji topologicznej.

Umiejętności

1. Student powinien scharakteryzować cel optymalizacji topologicznej.
2. Student powinien scharakteryzować ograniczenia optymalizacji topologicznej.
3. Student potrafi zastosować praktycznie algorytmy optymalizacji topologicznej w środowisku CAD.
4. Student potrafi opisać dostępne oprogramowanie w zakresie optymalizacji topologicznej.
5. Student potrafi opisać sposób wykorzystania metody optymalizacji topologicznej w procesie projektowania.

Kompetencje społeczne

1. Student potrafi współdziałać i pracować w grupie.
2. Student potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji przez siebie i innych postawionego zadania.

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Testy ustne i pisemne. Ocena indywidualna wykonanych projektów.

- Zapoznanie studentów z procedurami optymalizacji topologicznej, możliwymi do wykorzystania w procesie projektowania wirtualnego.
- Przekazanie wiedzy teoretycznej i praktycznej na temat podstaw działania algorytmów numerycznych optymalizacji topologicznej.
- Praktyczne ćwiczenia z użyciem procedur optymalizacyjnych w środowisku CAD.



Treści programowe

Tematyka wykładów:

1. Rola i miejsce optymalizacji topologicznej w projektowaniu wirtualnym.
2. Historia powstania algorytmów optymalizacji topologicznej, stan wiedzy, ze szczególnym uwzględnieniem metod bazujących na metodzie elementów skończonych.
3. Optymalizacja topologiczna w ujęciu SIMP (Solid Isotropic Material with Penalization): istota i podstawy teoretyczne.
4. Ograniczenia i problemy w osiągnięciu rozwiązania w postaci struktury ciągłej – problem checkerboard, problem wrażliwości na wartości sił, problem wielu przypadków obciążenia, zagadnienie filtracji, przegląd stosowanych algorytmów.
5. Inne niż SIMP metody optymalizacji topologicznej i ich specyfika oraz zastosowania.
6. Praktyczne zastosowanie metod optymalizacji topologicznej na przykładzie przemysłowego wykorzystania procedur numerycznych.
7. Podsumowanie i przegląd oprogramowania dla optymalizacji topologicznej.

Zajęcia praktyczne (laboratorium komputerowe):

1. Wprowadzenie do laboratorium – prezentacja stanowisk roboczych, oprogramowania i sposobu realizacji zadań. Wybór indywidualnych zadań projektowych z użyciem optymalizacji topologicznej oraz omówienie założeń projektowych.
2. Metoda elementów skończonych i jej specyfika w przypadku procedur optymalizacji topologicznej – sposoby realizacji zadania optymalizacji topologicznej w dostępnych w Laboratorium Inżynierii Wirtualnej systemach obliczeniowych.
3. Budowa zadania optymalizacji topologicznej – przegląd sposobów realizowanych w oprogramowaniu SolidWorks – Tosca, Femap (Nastran – Tosca), Inspire - firmy Altair – ćwiczenia praktyczne.
4. Problemy związane z wyborem domeny projektowej – dyskusja wpływu domeny na rozwiązanie, zagadnienie sposobu wykluczania obszarów z optymalizacji.
5. Praktyczne sposoby rozwiązywania problemów wynikających ze specyfiki algorytmu podczas optymalizacji topologicznej, dyskusja wpływu dodatkowych ograniczeń (ograniczenia wytwórcze) na wynik optymalizacji topologicznej.
6. Interpretacja wyników optymalizacji topologicznej – na przykładzie PolyNURBS w oprogramowaniu firmy Altair oraz własnych metod, opracowanych w Zakładzie Inżynierii Wirtualnej.



7. Sprawdzian końcowy – prezentacja osiągniętych rozwiązań dla wybranego zadania projektowego z użyciem optymalizacji topologicznej.

Metody dydaktyczne

Interaktywny wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych.

Literatura

Podstawowa

1. Bendsoe M.P., Sigmund O., Topology optimization, Theory, Methods and Applications, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2003
2. Bochenek B., Kruzelecki J., Optymalizacja stateczności konstrukcji ? współczesne problemy, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2007
3. Brandt A. M., Kryteria i metody optymalizacji konstrukcji, P WN, Warszawa , 1977.
4. Brandt A. M., Podstawy optymalizacji elementów konstrukcji budowlanych, PWN, Warszawa 1977
5. Chlebus E., Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji, WNT, 2000
6. Haftka, R., Gürdal, Z., Elements of structural optimization, 3rd edition, Kluwer, 1992
7. Kirsch U., Optimum Structural Design, McGraw-Hill, New York, 1981
8. Kleiber M. i inni, Mechanika techniczna, tom XI, Komputerowe metody mechaniki ciał stałych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1995
9. Kleiber M., Metoda elementów skończonych w nieliniowej mechanice, PW N, Warszawa, 1985
10. Kutyłowski R., Optymalizacja topologii kontinuum materialnego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2004

Uzupełniająca

1. Dzieniszewski W., Zeszyt IPPT PAN, Optymalizacja wytrzymałościowa konstrukcji: Optymalizacja kształtów konstrukcji w założeniach teorii sprężystości, 114-137, Ossolineum, 1983
2. Krog L., Tucker A., Kemp M., Boyd R., Topology optimization of aircraft wing box ribs, AIAA-Paper 2004-4481, 2004
3. Nowak M., Gnarowski W. and Abratowski P., Structural Optimization of Helicopter AirLanding Rope Console with Multiple Loading Conditions, The 40th Solid Mechanics Conference SolMech2016, 29.08-2.09 2016, Warsaw, 2016
4. Nowak M., Boguszewski A., Topology Optimization Without Volume Constraint – the New Paradigm for Lightweight Design, Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences , vol. 69, issue 4/2021, pp. e137732, 10.24425/bpasts.2021.137732, 2021



5. Nowak M., Sokołowski J., Żochowski A., Biomimetic Approach to Compliance Optimization and Multiple Load Cases, J Optim Theory Appl. 184: pp. 210–225, 2020.

6. Nowak M., Sokołowski J., Żochowski A., Justification of a certain algorithm for shape optimization in 3D elasticity, Structural and Multidisciplinary Optimization DOI 10.1007/s00158-017-1780-7, February 2018, Volume 57, Issue 2, pp. 721–734, 2018

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	32	1,5
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) ¹	18	0,5

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności