

KARTA INFORMACYJNA PRZEDMIOTU

Nazwa modułu	Symulacja złożonych nieliniowych zagadnień mechaniki	Simulation of complex nonlinear problems of mechanics
Kod modułu	WMEMRCNM-SZNZM	
Język wykładowy	polski	
Profil studiów	ogólnoakademicki	
Forma studiów	niestacjonarne	
Poziom studiów	studia II stopnia	
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy	
Obowiązuje od naboru	2024	
Forma zajęć, liczba godzin/rygor, razem godz., pkt ECTS	W 8/x, C 4/–, L 10/+, P 10/+; razem: 32 godz., 4 pkt ECTS	
Przedmioty wprowadzające	Mechanika techniczna / wymagania wstępne: statyka, kinematyka i dynamika ciała sztywnego, Fundamentals of Finite Element Method / wymagania wstępne: podstawy MES, Computer-Aided Engineering / wymagania wstępne: znajomość podstawowych zasad tworzenia modeli dyskretnych bazując na modelu CAD, Komputerowa symulacja zagadnień mechaniki / wymagania wstępne: podstawy modelowania MES i obsługi systemów CAE, Introduction to Elasticity Theory / wymagania wstępne: opis stanu przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia tarcz, płyt i powłok. Wytrzymałość materiałów / wymagania wstępne: stan naprężenia, odkształcenia i przemieszczenia w prostych i złożonych przypadkach wytrzymałościowych. .	
Semestr / kierunek studiów	II semestr / Mechanika i budowa maszyn / Techniki komputerowe w inżynierii mechanicznej	
Autor / Autorzy	Dr inż. Krzysztof DAMAZIAK	
Jednostka organizacyjna odpowiedzialna za moduł	Instytut Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej, Wydział Inżynierii Mechanicznej	
Skrócony opis przedmiotu	Metody numeryczne w aspekcie nieliniowej analizy złożonych zagadnień z zakresu statyki. Metody numeryczne do opisu zagadnienia interakcji pomiędzy ciałami. MES w złożonych zagadnieniach analizy dynamicznej.	
Pełny opis przedmiotu (treści programowe)	Wykłady / w formie audiowizualnej: 1. Syntetyczne omówienie źródeł nieliniowości w MES. MES w zagadnieniach dynamiki: pełne równanie MES, iloraz różnicowy, metody numerycznego całkowania, warunki stabilności rozwiązania / 2 godz. 2. Zagadnienie kontaktu – powtórzenie (elementy specjalne, kinematyka kontaktu, zagadnienie kontaktowe, tarcie w ujęciu numerycznym) / 2 godz. 3. Zaawansowane zagadnienia modelowania konstytutywnego: definicja nieliniowości materiałowej, nieliniowość materiałowa w materiałach metalicznych (definicja zakresu plastycznego, umocnienie materiału, modele uwzględniające szybkość odkształcenia), modele hiperelastyczne, modelowanie kompozytów warstwowych / 2 godz. 4. Elementy technologii elementów skończonych: punkty Gauss'a, elementy w pełni całkowne i zredukowane, klepsydrowanie, techniki adaptacyjne zwiększania dokładności rozwiązania / 2 godz. Ćwiczenia audytoryjne / wspólna praca studentów nad przykładowym zadaniem – pracownia komputerowa (stanowiska komputerowe + specjalistyczne oprogramowanie)	

	1. Omówienie zasad pracy i realizacji analiz numerycznych – środowisko badań numerycznych LS-DYNA – LS-Prepost. Praca na komputerach zdalnych i analiza sposobu kodowania danych. / 3 godz 2. Kryteria poprawności rozwiązania – analiza na wybranych przykładach. / 1 godz. Laboratoria / samodzielna praca studenta nad indywidualnym zadaniem – pracownia komputerowa (stanowiska komputerowe + specjalistyczne oprogramowanie): 1-2. Zagadnienie dużych odkształceń plastycznych i dużych deformacji / 4 godz. – badanie wpływu parametrów rozwiązania (dop. krok całkowania itp.) – sformułowanie elementu na przykładzie różnych elementów powłokowych – wpływ gęstości siatki na postać deformacji w zagadnieniach typu „folding” 3. Interakcja pomiędzy obiektami / 2 godz. – modelowanie erozji/zniszczenia – modelowanie konstytutywne z uwzględnieniem prędkości odkształcenia 4. Interakcja pomiędzy obiektami c.d. / 4 godz. – modelowanie interakcji pojazd – przeszkoda – badanie wpływu parametrów kontaktu na wyniki analiz Projekt / 10 godz. Samodzielna praca studenta, budowa modelu i analiza wybranego układu z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania. W miarę możliwości analizowane zagadnienia powinny być powiązane z tematem pracy dyplomowej.
Literatura	Podstawowa: 1. LS-DYNA Keyword User's Manual, Livermore Software Technology Corporation (LSTC). 2. Dacko M. i in., Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Arkady 1994. 3. Rapacki G., Kacprzyk Z., Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, OW PW, 2005. 4. Kleiber M., Metoda elementów skończonych w nieliniowej mechanice kontinuum, PWN, 1985 Uzupełniająca: 1. Belytschko T., Liu W. K., Moran B., Nonlinear finite elements for continua and structures, Wiley, 2000.
Efekty uczenia się	W1 / Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie niektórych działów matematyki, obejmujące elementy matematyki dyskretniej stosowanej oraz metody optymalizacji, w tym metody matematyczne niezbędne do: 1) opisu dynamiki złożonych układów mechanicznych, 2) modelowania i obliczeń inżynierskich złożonych układów mechanicznych z wykorzystaniem metod numerycznych / K_W01 U1 / Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy z zakresu mechaniki i budowy maszyn poprzez właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywać ich oceny, krytycznej analizy i syntezy tych informacji / K_U01 K1 / Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych a także zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązywaniem problemu / K_K01
Metody i kryteria oceniania (sposób sprawdzania osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się)	Przedmiot zaliczany jest na podstawie: egzaminu Ćwiczenia laboratoryjne zaliczane są na podstawie oceny realizacji zadań indywidualnych i raportów przygotowanych w ramach realizacji zajęć Zaliczenie jest prowadzone w formie pisemnej lub ustnej. Warunkiem dopuszczenia do zaliczenia jest wcześniejsze uzyskanie pozytywnej oceny z zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych. Osiągnięcie efektu W1 weryfikowane jest na podstawie egzaminu

	Osiągnięcie efektu U1 oraz K1 sprawdzane jest w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych na podstawie realizacji postawionych zadań oraz oceny wykonanych sprawozdań z zajęć. Oceny osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia (wg. opinii Komisji WME ds. Funkcjonowania Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia): Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 91-100%. Ocenę dobrą plus otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 81-90%. Ocenę dobrą otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 71-80%. Ocenę dostateczną plus otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 61-70%. Ocenę dostateczną otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 51-60%. Ocenę niedostateczną otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie równym lub niższym niż 50%.
Bilans ECTS (nakład pracy studenta)	Aktywność / obciążenie studenta w godz. (wg. arkusza Bilans ECTS) 1. Udział w wykładach / 8 2. Udział w ćwiczeniach audytoryjnych / 4 3. Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych / 10 4. Udział w ćwiczeniach projektowych / 10 5. Udział w seminariach / 0 6. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów / 12,8 7. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych / 12 8. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych / 30 9. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń projektowych / 30 10. Samodzielne przygotowanie do seminarium / 0 11. Udział w konsultacjach / 4,8 12. Przygotowanie do egzaminu / 12,8 13. Przygotowanie do zaliczenia / 0 14. Udział w egzaminie / 2 Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 136,4 godz. / 4,0 ECTS Zajęcia z udziałem nauczycieli: 38,8 godz. / 1,5 ECTS Zajęcia powiązane z działalnością naukową 116,8 godz. / 4 ECTS