

**RAMOWE TREŚCI PROGRAMOWE PRZEDMIOTÓW
dla słuchaczy Środowiskowych Studiów Doktoranckich
przy Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska PG**

DLA WYDZIAŁU INŻYNIERII LĄDOWEJ I ŚRODOWISKA PG

PRZEDMIOTY BAZOWE

SEMESTR I

METODY DOŚWIADCZALNE (30 godzin)

Pomiary fizyczne i ich niepewności (pomiar fizyczny; źródła oraz podział niepewności i błędów pomiarowych). Wynik pomiaru jako zmienna losowa. Przykłady rozkładów prawdopodobieństwa. Rozkłady kilku zmiennych losowych (kowariancja i współczynnik korelacji). Rozkłady o dowolnej liczbie zmiennych losowych (prawo przenoszenia się niepewności pomiarowych). Estymacja parametrów rozkładu (rodzaje estymatorów i rodzaje estymacji; estymacja punktowa; estymacja przedziałowa). Testowanie hipotez statystycznych (podstawowe własności testów hipotez statystycznych; testy parametryczne dla rozkładów normalnych; testy zgodności). Regresja liniowa (metoda największej wiarygodności; ocena niepewności regresji liniowej; aproksymacja danych doświadczalnych za pomocą wielomianu; zastosowanie metod regresji liniowej do funkcji nieliniowych). Dopasowywanie dowolnych funkcji przy użyciu metody najmniejszych kwadratów (zmiany χ^2_R w pobliżu minimum; metody przeszukiwania przestrzeni parametrów; metoda Marquardta). Zastosowanie metody Monte Carlo (MC) do opracowywania danych doświadczalnych (generatory liczb pseudolosowych. Generowanie liczb pseudolosowych z rozkładu jednostajnego; generowanie liczb pseudolosowych z rozkładu innego niż rozkład jednostajny; szacowanie parametrów rozkładu; znajdowanie wartości prawdopodobieństw pewnych wielkości; modelowanie eksperymentów metodą MC; estymacja rozkładu statystyki metodą bootstrap). Analiza wariancji (eksperyment jednoczynnikowy; weryfikacja hipotez dotyczących wartości przeciętnych w przypadku klasyfikacji podwójnej; schemat kwadratu łacińskiego).

LITERATURA POMOCNICZA

1. Volk W.: „Statystyka stosowana dla inżynierów, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1973.
2. Bronsztejn I.N., Siemiendajew K.A.: „Matematyka. Poradnik encyklopedyczny”, PWN, Warszawa 1968.
3. Zieryp J.: „Kryteria podobieństwa i zasady modelowania w mechanice płynów”, PWN, Warszawa 1978.

METODY MATEMATYCZNE W INŻYNIERII (30 godzin)

Rachunek tensorowy, kwaternionowy, spinorowy i wertyczny (zakres podstawowy). Struktura równań modeli kontynualnych (równania kinematyki; równania konstytutywne; równania bilansów i ewolucji; diagramy Contiego; równania opisujące). Zasady budowania równań modeli kontynualnych (zasada wszechobecności; zasada niezniszczalności energii; zasada ruchów względnych Galileusza; zasada dodatniej dyssypacji energii; zasada termodynamicznej spójności). Zasady bilansowania wielkości fizycznych (opis przestrzenny Eulera; opis materialny Lagrange'a ; opis referencjalny Maxwella; ALE; bilans pędu w układzie inercyjnym i nie-inercyjnym; bilans pseudo-pędu; bilans masy; bilans energii; bilans energii dysponowanej; bilans entropii; równania ewolucji mikrostruktury; bilans ładunku elektrycznego; równania ewolucji pola elektro-magnetycznego; równania ewolucji magnetyzacji i polaryzacji; równania ewolucji zniszczenia). Typy równań bilansu i ewolucji (równania algebraiczne; równania różniczkowe; równania różniczkowo-całkowe; podejście lokalne i integralne). Analityczne metody rozwiązania równań opisujących (równania paraboliczne, hiperboliczne, eliptyczne; linearyzacja i równania akustyki; bifurkacje Eulera i Hopfa; niestabilności, punkty zwrotu). Przykłady budowania modelu kontynualnego z mikrostrukturą (opis przemiany fazowej modelem ciągłym: martenzyt-austenit, woda-para; opis przepływu turbulenta jako przepływu płynu z mikrostrukturą skalarną; opis cyklicznej plastyczności ze zniszczeniem; opis zniszczenia pełzaniem wysokotemperaturowym; model zjawiska kruchości wodorowej).

LITERATURA POMOCNICZA

1. Hjelmstad K.D.: „Fundamentals of structural mechanics”, Prentice Hall International, London 1997.
2. Fung Y.C.: “Podstawy mechaniki ciała stałego”, PWN, Warszawa 1969.
3. Byron F.C., Fuller R.W.: „Matematyka w fizyce klasycznej i kwantowej”, PWN, Warszawa 1975.
4. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L.: „The finite element method”, Butterworth-Heinemann, Oxford 2000.

SEMESTR II

DYNAMIKA I METODOLOGIA PROCESÓW (15 godzin)

Dynamika procesów fizycznych. Mikroskopowy i makroskopowy opis materii oraz zjawisk fizycznych (atomowa budowa materii; strukturalny opis zjawisk; ujęcie fenomenologiczne jako podstawowa koncepcja opisu ośrodka ciągłego; wzajemne relacje między wielkościami fizycznymi na poziomach „mikro” i „makro”). Stany skupienia materii i ich przemiany (siły spójności i energia wiązań; kondensacja; parowanie; sublimacja; krystalizacja; topnienie; krzepnięcie). Płynność i lepkość w świetle teorii molekularnej i kontynualnej. Mechanizm tłumienia energii podczas ruchu substancji rzeczywistych. Substancje niejednorodne (zawiesiny i roztwory; jednostkowe procesy, wpływające na stan układu niejednorodnego – adwekcja, dyfuzja, reakcje i przemiany chemiczne, fizyczne oraz biologiczne). Wymiana ciepła w ośrodkach ciągłych (przewodnictwo cieplne, adwekcja, konwekcja, promieniowanie – opis molekularny i makroskopowy; równanie zachowania energii i prawo Fouriera). Kinetyka procesów mikrobiologicznych. Mikroorganizmy – ich budowa i cechy. Metabolizm w warunkach tlenowych i beztlenowych. Kinetyka reakcji enzymatycznych. Mikroorganizmy zasiedlające materiały budowlane. Formowanie błony biologicznej. Korozja materiałów budowlanych, wzbudzana przez mikroorganizmy. Metodologia nauk technicznych. Definicje i klasyfikacje nauk technicznych. Pojęcie nauki i działalności poznawczej w technice. Proces

twórczości naukowej i kariera naukowa. Organizacja zespołów badawczych. Moralna odpowiedzialność w działalności poznawczej.

LITERATURA POMOCNICZA

1. Cottrell A.H., „Własności mechaniczne materii”, PWN, Warszawa 1970.
2. Sawicki J.M., „Równania hydromechaniki”, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1993.
3. Cannon R.H., „Dynamika układów fizycznych”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1973.
4. Szucs E., „Dialogi o naukach technicznych”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1974.
5. Pilawski A. i in., „Podstawy biofizyki”, PZWL, Warszawa 1985.

METODY NUMERYCZNE (45 godzin)

Podstawy teoretyczne metody elementów skończonych (sformułowanie silne, klasyczne; sformułowanie słabe, wariacyjne; sformułowanie metodą Galerkiną). Problemy hydrotechniczne w metodzie elementów skończonych (wprowadzenie do metod numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych; klasyfikacja równań różniczkowych cząstkowych o dwóch zmiennych niezależnych II rzędu; rozwiązania dla równań parabolicznych i hiperbolicznych; dyfuzja i dyspersja numeryczna w rozwiązaniach równań hiperbolicznych; równanie zmodyfikowane. badanie właściwości schematów numerycznych metodą równania zmodyfikowanego). Problemy dużych przemieszczeń (zagadnienia małych i dużych odkształceń; problemy dużych obrotów; elementy powłokowe w zagadnieniach nieliniowych). Problemy dynamiczne w metodzie elementów skończonych (problem własny jako przykład rozwiązania równania typu eliptycznego; całkowanie nieliniowych równań ruchu - metody jawne i niejawne). Nieliniowe prawa konstytutywne – równania różniczkowe pierwszego rzędu, równania całkowe (zagadnienia nieliniowej plastyczności; lepkosprężyste równania konstytutywne; lepkoplastyczne równania konstytutywne; zniszczenie; piezoelektryczność). Problemy kontaktu. Programowanie w języku FORTRAN. Zasady korzystania z kompilatorów. Podstawy programowania. Najprostszy program w języku Fortran. Rodzaje zmiennych i najważniejsze instrukcje. Formatowanie danych i wyników. Podprogramy i funkcje. Wymiana danych między segmentami programu. Wykorzystywanie bibliotek i oprogramowania komercyjnego.

LITERATURA POMOCNICZA

1. O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor „The Finite Element Method” Butterworth-Heinemann Fifth Ed., Oxford 2000.
2. M.A. Crisfield “Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures” John Wiley and Sons, New York 1998.
3. T.J.H. Hughes “The Finite Element Method” Prentice-Hall Int. Ed. Englewood Cliffs, New Jersey 1987
4. K.J. Bathe, E.L. Wilson “Numerical Methods in Finite Element Analysis” Prentice-Hall Int. Ed. Englewood Cliffs, New Jersey 1976

PRZEDMIOTY WYMIENNE

MECHANIKA OŚRODKÓW CIĄGLYCH (30 godzin)

Pojęcia podstawowe; notacja i terminologia (skalary, wektory i tensory; repetytorium z rachunku wektorowego). Podstawy rachunku tensorowego (działania na tensorach i ich własności; transformacja układów współrzędnych w przestrzeni E^3 ; rozkład tensora na dewiator i tensor kulisty; rozkład polarny; niezmienniki tensora; wartości własne i wektory własne symetrycznego tensora drugiego rzędu; różniczkowanie i całkowanie pól tensorowych). Kinematyka ośrodka ciągłego (opis ruchu ośrodka ciągłego; opis deformacji ośrodka ciągłego; uogólnienie opisu deformacji ośrodka na zagadnienia 3-wymiarowe; gradient deformacji; odkształcenie w ośrodku 3-wymiarowym; tensory deformacji; tensory odkształceń; charakterystyka deformacji postaciowej; rozkład polarny tensora gradientu deformacji; rozkład tensora odkształceń na aksjator i dewiator; przykłady prostych stanów deformacji; fizyczna interpretacja składników tensora deformacji Greena; kierunki i wartości wydłużeń głównych; problem własny dla tensora odkształceń Lagrange'a, problem własny dla innych tensorów; zmiana objętości i powierzchni obiektów materialnych w procesie deformacji; odkształcenia jako funkcja przemieszczeń; uogólnione definicje tensorów odkształcenia z wykorzystaniem rozkładu polarnego; pochodna materialna; gradient prędkości, tensory prędkości deformacji i spinu; transformacje „w przód” i „w tył”; pochodna Lie'go). Opis stanu naprężeń ośrodka ciągłego (masa i gęstość; siły masowe; siły powierzchniowe; globalne warunki równowagi; wektor naprężenia; tensor naprężenia Cauchy; lokalne warunki równowagi; własności tensora naprężeń Cauchy; I-szy i II-gi tensor naprężeń Pioli-Kirchhoffa; tensor naprężeń Kirchhoffa; warunki równowagi w opisie materialnym; energetycznie sprzężone miary odkształceń i naprężeń). Zasady zachowania w mechanice ośrodków ciągłych (ogólna budowa zasady zachowania, zasady zachowania masy, pędu i momentu pędu; zasada zachowania energii; pierwsze prawo termodynamiki; drugie prawo termodynamiki; zasada prac wirtualnych; bilans równań i niewiadomych termodynamiki ośrodka ciągłego). Związki konstytutywne (fundamentalne zasady teorii równań konstytutywnych; obiektywność według Truesdella i Nolla; obiektywność według Hill'a; sprawdzenie obiektywności wybranych wielkości; obiektywne pochodne czasowe; jednowymiarowe modele materiałowe; klasyczne modele ośrodków ciągłych; ciecze; kontinuum sprężyste, liniowe i nieliniowe; teoria plastyczności; ośrodki reologiczne).

LITERATURA POMOCNICZA

1. I. Kreja: „Mechanika Ośrodków Ciągłych – materiały pomocnicze do wykładów dla słuchaczy Środowiskowego Studium Doktoranckiego przy Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej”, Wyd. CURE PG Gdańsk 2003. Materiały udostępnione na stronach internetowych Wydziałowego Ośrodka Kształcenia na Odległość.
2. J. Ostrowska-Maciejewska: „Mechanika Ciał Odkształcalnych”, PWN, Warszawa 1994.
3. A. Sawicki: „Mechanika Kontinuum, Wprowadzenie”, Wyd. IBW PAN, Gdańsk 1994
4. G. A. Holzapfel: “Nonlinear Solid Mechanics. A Continuum Approach for Engineering”, John Wiley and Sons, Chichester 2000
5. Y. Basar, D. Weichert: „Nonlinear Continuum Mechanics of Solids”, Springer Verlag, Berlin 2000
6. K. D. Hjelmstad: „Fundamentals of Structural Mechanics”, Prentice-Hall Int., London 1997
7. Y. C. Fung: „Podstawy Mechaniki Ciała Stałego”, PWN, Warszawa 1969
8. E. Karaśkiewicz: „Zarys teorii wektorów i tensorów”, PWN, Warszawa 1974
9. F. C. Byron, R.W. Fuller: „Matematyka w fizyce klasycznej i kwantowej”, PWN, W-wa 1975

10. A. E. Green, W. Zerna: "Theoretical Elasticity", Clarendon Press, Oxford 1968
11. Z. Bychawski: „Mechanika Ośrodków Ciągłych”, Wyd. Politechniki Rzeszowskiej 1979
12. W. Nowacki: „Teoria Sprężystości”, PWN, Warszawa 1970
13. Cz. Rymarz: „Mechanika ośrodków ciągłych”, PWN, Warszawa 1993

MODELOWANIE MATEMATYCZNE PROCESÓW OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW (30 godzin)

Modelowanie podstawowych procesów biochemicznych. Wprowadzenie do modelowania procesów biochemicznych w oczyszczalniach ścieków. Podstawy stechiometrii procesów biochemicznych i kinetyki wzrostu mikroorganizmów. Modelowanie procesów utleniania związków organicznych, przyrostu i obumierania biomasy. Modelowanie procesów nityfikacji i denityfikacji. Modelowanie procesu biologicznego usuwania fosforu. Metodyka estymacji współczynników kinetycznych i stechiometrycznych. Modelowanie systemów osadu czynnego. Wprowadzenie do technologii oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego. Bilanse masy w systemach osadu czynnego. Złożone modele osadu czynnego i symulatory oczyszczalni ścieków. Modelowanie procesu sedymentacji w osadnikach wtórnych. Metodyka kalibracji i weryfikacji modeli osadu czynnego i osadnika wtórnego. Modelowanie złóż biologicznych. Wprowadzenie do technologii oczyszczania ścieków na złożach biologicznych. Modelowanie procesów biochemicznych na błonie biologicznej w warunkach ograniczonej dyfuzji. Modelowanie procesów biochemicznych i filtracji w złożach zanurzonych

LITERATURA POMOCNICZA

1. Chapra, S.C. (1997). Surface Water-Quality Modeling. McGraw Hill, Nowy York (USA).
2. Grady, C.P.L. Jr., Daigger G.T. i Lim H.C. (1999). Biological Wastewater Treatment. Second Edition, Revised and Expanded. Marcel Dekker, Nowy York (USA).
3. Henze i wsp. (2000).
4. Metcalf and Eddy, Inc. (2003). Wastewater Engineering, 4rd Edition. McGraw Hill, Nowy York (USA).

MATERIAŁY FUNKCJONALNE (30 godzin)

Podstawowe wiadomości dotyczące materiałów funkcjonalnych, klasyfikacja, obszary zastosowań. Materiały kompozytowe: istota, klasyfikacja, kompozyty naturalne, wielowarstwowe, materiały gradientowe. Opis matematyczny, zastosowania. Materiały sterowane polem temperatury, polem magnetycznym. Strona fizyczna zjawisk zachodzących w materiałach z pamięcią kształtu. Kompozyty z pamięcią kształtu. Opis matematyczny. Zastosowania. Materiały piezoelektryczne i elektrostrykcyjne. Budowa wewnętrzna materiałów wykazujących efekt piezoelektryczny i elektrostrykcyjny. Tworzywa sztuczne wykazujące efekt piezoelektryczny. Opis matematyczny. Zastosowania. Materiały magnetostrykcyjne. Zjawisko magnetostrykcji. Budowa materiałów magnetostrykcyjnych. Strona fizyczna zjawiska. Opis matematyczny. Zastosowania. Płyny magneto- i elektroreologiczne. Budowa wewnętrzna, strona fizyczna zjawiska. Przykłady płynów magneto- i elektroreologicznych. Modele

matematyczne. Zastosowania.

LITERATURA POMOCNICZA

1. M.Schwartz, Encyclopedia of Smart Materials, Wiley-InterScience, 2002

BADANIA MODELOWE I TERENOWE (30 godzin)

Metodyka planowania i realizacji badań terenowych z zakresu: budownictwa lądowego (mechanika budowli, budownictwo stalowe i żelbetowe, mosty, inżynieria materiałowa i komunikacyjna); budownictwa wodnego (morskiego i śródlądowego, hydrauliki śródlądowej i morskiej); geotechniki (badania podstawowe dla różnych modeli gruntów, grunty naturalne i analogowe, badania na próbkach, badania zagadnień brzegowych oraz badania w różnych stanach naprężenia i odkształcenia); inżynierii środowiska.

LITERATURA POMOCNICZA

1. Cannon R.H.: „Dynamika układów fizycznych”, WNT, Warszawa 1973.
2. Zierep J.: „Kryteria podobieństwa i zasady modelowania w mechanice płynów”, PWN, Warszawa 1978.
3. Sedov L.J.: „Similarity and dimensional methods in mechanics”, Academic Press, New York 1979.

ELEMENTY TEORII OPTYMALIZACJI (30 godzin)

Formułowanie problemów optymalizacji (polioptymalizacja; optymalizacja jednokryterialna – kryteria optymalizacji, zmienne projektowe, ograniczenia, parametry optymalizacji). Klasyfikacja rozwiązywania problemów optymalizacji. Problemy dyskretne – metody graficzne i analityczne, metoda mnożników Lagrange’a, twierdzenie Kuhna-Tuckera, metody sekwencyjne (programowanie nieliniowe; konstrukcja komputerowych metod optymalizacji; problemy dualne; programowanie liniowe – metoda simplex; problemy dualne; programowanie dynamiczne – zasada Bellmana). Metody niesekwencyjne – algorytmy ewolucyjne. Przykłady zastosowań. Problemy ciągłe (formułowanie problemów, kryteria i ograniczenia, rachunek wariacyjny – wariacja funkcjonału, warunki konieczne minimum funkcjonału; zasada maksimum; przykłady zastosowań).

LITERATURA POMOCNICZA

1. Brandt A.M. i in.: „Kryteria i metody optymalizacji konstrukcji”, PWN, Warszawa 1977.
2. Szymczak Cz.: „Elementy teorii optymalizacji”, PWN, Warszawa 1998.
3. Adeli H.: „Advances in design optimization”, Chapman & Hall, London 1994.
4. Goldberg D.E.: „Algorytmy genetyczne i ich zastosowania”, WNT, Warszawa 1995.

WYBRANE ZAGADNIENIA GEODEZYJNE (30 godzin)

Układy współrzędnych geodezyjnych (lokalne i globalne). Błędy pomiarów i ich wyrównywanie. Tradycyjny i nowoczesny sprzęt geodezyjny. Współczesne technologie geodezyjne – możliwości zastosowania w badaniach terenowych i modelowych (lasery, GPS...). Dokładności użytkowe pomiarów geodezyjnych. Wyznaczanie geometrycznych deformacji budowli. Metody pomiarów przemieszczeń elementów konstrukcji oraz budowli. Badania geodezyjne konstrukcji mostowych. Badanie zmienności geometrycznej płyt żelbetonowych wraz z opracowaniem wyników. Monitoring budowli smukłych, narażonych na obciążenie wiatrem. Geodezyjne pomiary przemieszczeń budowli hydrotechnicznych. Tyczenie tras komunikacyjnych drogowych i kolejowych z wykorzystaniem GPS. Pomiary specjalne w budownictwie i inżynierii środowiska. Mapy i opracowania geodezyjne dla potrzeb urbanistyki i architektury. Numeryczny model terenu.

LITERATURA POMOCNICZA

1. Czarnecki K.: „Geodezja współczesna w zarysie”, Wiedza i Życie, Warszawa 1994.
2. Bryś H., Przewłocki S.: „Geodezyjne metody pomiarów przemieszczeń budowli”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
3. Baran L.T.: „Teoretyczne podstawy opracowania wyników pomiarów geodezyjnych”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.
4. Szpecht C.: „System GPS”, Biblioteka Nawigacji, Bernardinum, Pelplin 2007.