

Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci
Kolegij: MATEMATIČKO I RAČUNALNO MODELIRANJE EKOLOŠKIH SUSTAVA

Voditelj: izv.prof.dr.sc. Dalibor Broznić, dalibor.broznic@medri.uniri.hr

Katedra: Zavod za medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju

Studij: Diplomski studij sanitarnog inženjerstva

Godina studija: 2. godina

Akadska godina: 2021/2022

IZVEDBENI NASTAVNI PLAN

Podaci o kolegiju (kratak opis kolegija, opće upute, gdje se i u kojem obliku organizira nastava, potreban pribor, upute o pohađanju i pripremi za nastavu, obveze studenata i sl.):

Kolegij **Matematičko i računalno modeliranje ekoloških sustava** je obvezni kolegij na drugoj godini (II trimestar) Diplomskog sveučilišnog studija Sanitarno inženjerstvo i sastoji se od 25 sati predavanja i 20 sati vježbi, ukupno 45 sati (**3 ECTS**). Kolegij se izvodi u prostorijama Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci (predavaone i Informatička učiona).

Ciljevi i očekivani ishodi kolegija (razvijanje općih kompetencija)

Stjecanje znanja, vještina i praktičnih iskustava iz metodologije modeliranja i primjene računalnih simulacijskih sustava koje mogu imati primjenu u bilo kojem području temeljnih ili primijenjenih znanosti.

Ishodi učenja kolegija

Student će nakon odslušanog i položenog ispita iz kolegija biti sposoban:

1. opisati sustav matematičkim formulama te izvesti izraze homogenih i distribuiranih bilanci tvari, prijenosa količine gibanja i energije
2. prepoznati svojstva sustava bitna za izradu matematičkog modela
3. primijeniti modele kemometrijske analize, neuronskih mreža, „fuzzy logic“ i genetičkog algoritma
4. primijeniti simulacijske računalne sustave Berkeley Madonna, Statistica za rješavanje problema u ekološkim sustavima
5. izračunati i grafički prikazati ponašanje pojedinih varijabli dinamičkog modela sustava te primijeniti teoretsko znanje u interpretaciji rezultata.

Korelativnost i korespondentnost programa

Program je osmišljen u skladu s programima Matematičkih i računalnih simulacija i modeliranja na srodnim studijima na europskim i svjetskim sveučilištima.

Nastavni sadržaji kolegija temeljeni su i usko povezani sa sadržajima i znanjem koje su studenti prethodno usvojili slušajući kolegije različitih područja Kemije, Matematike, Statistike i Informatike.

Sadržaj kolegija

Predavanja:

Uvodni pojmovi o sustavu, matematičkom modeliranju i primjeni modela. Procesni prostor, ulazne i izlazne veličine, zavisne i nezavisne veličine. Računalna simulacija, upravljanje procesom, optimiranje procesa. Klasifikacija matematičkih modela. Osnovni pojmovi o kemijskom reakcijskom inženjerstvu. Brzine kemijskih reakcija: Osnovni pojmovi i veličine. Kinetika reakcija u homogenim sustavima. Osnove teorije o reakcijskom putu (Teorija sudara, Teorija prijelaznog stanja). Ovisnost brzine reakcije o temperaturi. Eksperimentalni podaci i brzina kemijske reakcije. Kinetički model. Podjela kemijskih reaktora. Bilance mase, množine tvari i topline. Matematički opis općih bilanci

množine tvari. Reaktorski modeli osnovnih „idealnih“ tipova reaktora. Kotlasti reaktor, Protočni kotlasti reaktor, Cijevni reaktor. Eksperimentalne metode u kinetici. Izbor eksperimentalnog reaktora. Izbor kinetičkog modela, procjena vrijednosti parametara modela, analiza grešaka. Analiza i primjena matematičkih modela različitih kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u okolišu. Razvoj matematičkog modela: postavljanje bilanci, utvrđivanje parametara modela, odabir numeričkih metoda u rješavanju modela, simulacija programskim paketom (Berkeley Madonna), prihvaćanje ili odbacivanje modela. Primjer matematičkog modela uz prostornu ovisnost veličina stanja. Primjer modela uz vremensku i prostornu ovisnost veličina stanja. Statistički kemometrijski modeli, Linearno programiranja, Modeli neuronskih mreža, neizrazite logike. Adaptacija modela genetičkim algoritmom.

Eksperimentalne vježbe:

Uvodne napomene o programskom paketu „Berkeley Madonna“. Determinante i matrice. Kemijski i biokemijski reakcijski mehanizami (linearni kinetički modeli). Postavljanje bilanci i simulacija modela. Primjeri modeliranja ekoloških sustava (biološko pročišćavanje otpadnih voda, distribucija onečišćenja dospjelog u rijeku, more ili jezero).

Pristup učenju i poučavanju kolegiju

Od studenata se očekuje da se na temelju predložene literature i detaljnog nastavnog programa pripreme za tematiku koja će se obrađivati te se od njih očekuje aktivno sudjelovanje u nastavnom procesu. Tijekom predavanja posebno će biti istaknuti pojedini dijelovi kolegija koji zahtijevaju posebnu pozornost zbog svog izuzetnog značaja.

Način izvođenja nastave

Kolegij se sastoji od predavanja i vježbi koje se izvode na računalima, prilagođenim postizanju ispred navedenih ishoda. Na predavanjima se podučava i raspravlja teorijski dio gradiva, na vježbama se rješavaju računski zadaci vezani uz određene dijelove gradiva.

Popis obvezne ispitne literature:

1. Z. Gomzi, Ž. Kurtanjek: Modeliranje u kemijskom inženjerstvu, Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, 2019.

Popis dopunske literature:

1. J. Thibodeaux: Environmental Chemodynamics, J. Wiley, 1996; J.L. Schnoor, Environmental Modeling; J. Wiley, 1999.
2. A.L. Koch: Mathematical Modeling in Microbial Ecology, Springer, 1998;
3. N.Hritonenko, Y.Yatsenko: Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment, Springer, 2013

Nastavni plan:

Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

P1, P2 Uvodni pojmovi o sustavu, matematičkom modeliranju i primjeni modela. Procesni prostor, ulazne i izlazne veličine, zavisne i nezavisne veličine. Računalna simulacija, upravljanje procesom, optimiranje procesa.

Ishodi učenja

- definirati sustav, granice sustava, ulazne i izlazne veličine, zavisne i nezavisne veličine procesa
- definirati matematičko modeliranje te utvrditi ciljeve modeliranja
- matematički interpretirati odnose između varijabli i parametara u nekom sustavu
- objasniti proces računalne simulacije
- definirati postupak upravljanja procesom i optimiranje procesa

P3, P4 Klasifikacija matematičkih modela. Osnovni pojmovi o kemijskom reakcijskom inženjerstvu. Brzine kemijskih reakcija: Osnovni pojmovi i veličine.

Ishodi učenja

- klasificirati matematičke modele
- definirati brzinu kemijske reakcije uz pojam iznosa ili dosega reakcije
- definirati pojmove i objasniti razliku između konverzije i dosega reakcije

P5-P7 Kinetika reakcija u homogenim sustavima. Osnove teorije o reakcijskom putu (Teorija sudara, Teorija prijelaznog stanja). Ovisnost brzine reakcije o temperaturi. Eksperimentalni podaci i brzina kemijske reakcije. Kinetički model.

Ishodi učenja

- objasniti pojam homogenog sustava
- navesti i objasniti osnovne teorije o reakcijskom putu
- objasniti utjecaj temperature na brzinu kemijske reakcije
- objasniti pojmove molekularnost reakcije i specifičnu brzinu
- klasificirati vrstu reakcija s obzirom na broj koraka reakcije
- definirati pojmove mehanizma reakcije, prijelaznog kompleksa
- definirati pojmove kinetičkog modela, mehanističkog i empirijskog kinetičkog modela

P8-P10 Podjela kemijskih reaktora. Bilance mase, množine tvari i topline. Matematički opis općih bilanci množine tvari. Reaktorski modeli osnovnih „idealnih“ tipova reaktora. Kotlasti reaktor, Protočni kotlasti reaktor, Cijevni reaktor.

Ishodi učenja

- definirati pojam kemijskog reaktora
- klasificirati kemijske reaktore s obzirom na izmjenu reakcijske smjese s okolinom, s obzirom promjena veličina stanja s vremenom i s obzirom na promjenu veličina unutar reakcijskog prostora
- navesti karakteristike i objasniti razlike između pojedinih vrsta kemijskih reaktora
- shematski prikazati pojedinu vrstu kemijskog reaktora
- objasniti pojmove bilance mase, množine tvari i topline
- matematičkim izrazima prikazati bilance mase, množine tvari i topline za pojedine vrste kemijskih reaktora
- objasniti pojam idealnog reaktora te navesti pretpostavke idealiziranih stanja kod kemijskih reaktora

P11, P12 Eksperimentalne metode u kinetici. Izbor eksperimentalnog reaktora. Izbor kinetičkog modela, procjena vrijednosti parametara modela, analiza grešaka.

Ishodi učenja

- navesti i objasniti ciljeve kinetičkog istraživanja
- prikazati izraze za računanje brzine kemijske reakcije u pojedinim vrstama kemijskih reaktora

- navesti varijable koje se mjere u kinetičkim eksperimentima
- objasniti pojam testiranja kinetičkog modela s eksperimentalnim rezultatima
- navesti i objasniti čimbenike na osnovu kojih se utvrđuje odabir „najboljeg“ modela

P13-P16 Analiza i primjena matematičkih modela različitih kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u okolišu. Razvoj matematičkog modela: postavljanje bilanci, utvrđivanje parametara modela, odabir numeričkih metoda u rješavanju modela.

Ishodi učenja

- postavljati matematičke modele kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u okolišu
- za određeni kemijski i biološki proces identificirati ulazne i izlazne procesne tokove i procesne veličine
- primijeniti zakon o očuvanju mase i energije te postaviti bilance tvari i energije određenih kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u okolišu
- primijeniti numeričke metode u rješavanju matematičkog modela kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u okolišu

P17-P21 Primjeri matematičkih modela uz prostornu ovisnost veličina stanja. Primjeri modela uz vremensku i prostornu ovisnost veličina stanja.

Ishodi učenja

- postavljati matematičke modele uz prostornu ovisnost veličina stanja te uz vremensku i prostornu ovisnost veličina stanja kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u okolišu
- za određeni kemijski i biološki proces identificirati ulazne i izlazne procesne tokove i procesne veličine
- primijeniti zakon o očuvanju mase i energije te postaviti bilance tvari i energije određenih kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u okolišu
- primijeniti numeričke metode u rješavanju matematičkog modela kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u okolišu

P22, P23 Optimiranje procesa uz uporabu eksperimentalnih rezultata. Simulacija procesa pomoću matematičkog modela. Procjena vrijednosti parametara modela. Prihvaćanje ili odbacivanje modela.

Ishodi učenja

- optimirati proces uz uporabu rezultata dobivenih eksperimentom
- simulirati proces uz primjenu određenog matematičkog modela
- procijeniti prihvatljivost matematičkog modela na osnovu odgovarajućih statističkih pokazatelja

P24, P25 Viševarijabilni modeli. Linearni modeli. Nelinearni. Nelinearni dinamički modeli. PCA (glavne komponente) modeli. Modeli neizrazite logike (Fuzzy logic). Neuronske mreže.

Ishodi učenja

- navesti neke viševarijabilne modele
- navesti osnovne karakteristike viševarijabilnih modela
- procijeniti parametre viševarijabilnih modela
- validirati model
- utvrditi pogreške parametara te interval pouzdanosti procjene

Popis vježbi s pojašnjenjem:

V1, V2 Uvodne napomene o programskom paketu „Berkeley Madonna“. Determinante i matrice.

Ishodi učenja

- izvesti matematičke operacije s determinantama i matricama

V3-V6 Analiza i primjena matematičkih modela u različitim kemijskih i biokemijskim procesima.

Ishodi učenja

- izračunati i grafički prikazati ponašanje pojedinih varijabli dinamičkog modela sustava
- primijeniti teoretsko znanje u interpretaciji rezultata

V7-V14 Analiza i primjena matematičkih modela različitih kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u okolišu. Razvoj matematičkog modela: postavljanje bilanci, utvrđivanje parametara modela, odabir numeričkih metoda u rješavanju modela. (biološko pročišćavanje otpadnih voda, distribucija onečišćenja dospjelog u rijeku, more ili jezero)

Ishodi učenja

- izračunati i grafički prikazati ponašanje pojedinih varijabli dinamičkog modela sustava
- primijeniti teoretsko znanje u interpretaciji rezultata

V15-V18 Optimiranje procesa uz uporabu eksperimentalnih rezultata. Simulacija procesa pomoću matematičkog modela. Procjena vrijednosti parametara modela. Prihvaćanje ili odbacivanje modela.

Ishodi učenja

- simulirati proces uz primjenu određenog matematičkog modela
- grafički prikazati ponašanje pojedinih varijabli dinamičkog modela sustava
- procijeniti prihvatljivost matematičkog modela na osnovu odgovarajućih statističkih pokazatelja
- primijeniti teoretsko znanje u interpretaciji rezultata

V19, V20 Viševarijabilni modeli. Linearni modeli. Nelinearni. Nelinearni dinamički modeli. PCA (glavne komponente) modeli.

Ishodi učenja

- izračunati i grafički prikazati ponašanje pojedinih varijabli modela sustava
- primijeniti teoretsko znanje u interpretaciji rezultata

Obveze studenata:

Obveze studenata/studentica

Studenti slušaju kolegij Matematičko i računalno modeliranje ekoloških sustava u II trimesstru druge godine Diplomskog studija (25 P + 20 V). Studenti trebaju odslušati minimalno 70% svih oblika nastave te pristupiti provjerama znanja. Završni ispit sastoji se od pismenog i usmenog dijela. Na svakom dijelu završnog ispita student mora zadovoljiti u 50% odgovora.

Pristup završnom ispitu dozvoljen je tek nakon što su ispunjene sve prethodno navedene obveze.

Po položenom završnom ispitu, student stječe pravo na 3 ECTS boda.

Ispit (način polaganja ispita, opis pisanog/usmenog/praktičnog dijela ispita, način bodovanja, kriterij ocjenjivanja):

Vrednovanje obveza studenata

Ocjena iz kolegija Matematičko i računalno modeliranje ekoloških sustava obuhvaća rezultate postignute iz parcijalnog testa i završnog ispita.

Ukupan postotak uspješnosti studenta tijekom nastave čini 40%, a završni ispit 60% ocjene (prema Pravilniku o studiju).

Tijekom trajanja nastave kolegija Matematičko i računalno modeliranje ekoloških sustava student može maksimalno sakupiti 40 ocjenskih bodova i još maksimalno 60 ocjenskih bodova tijekom završnog ispita, dakle ukupno maksimalno 100 ocjenskih bodova.

Studenti koji nisu uspjeli ostvariti minimalno 20 ocjenskih bodova tijekom odvijanja nastave odnosno nisu položili parcijalni test ili nisu pristupili parcijalnom testu ili žele popraviti ukupan broj bodova (kao zadnja ocjena uzima se

zadnji pisani test) mogu pristupiti popravku parcijalnog testa kako bi stekli uvjet za izlazak na Završni ispit.

Struktura ocjene kolegija Matematičko i računalno modeliranje ekoloških sustava u akademskoj godini 2021./2022. prikazana je u Tablici 1.

Tablica 1.

	VREDNOVANJE	MAX.BROJ OCJENSKIH BODOVA
Parcijalni testovi	Parcijalni test	40
UKUPNO		40
Završni ispit	Pisani dio	30
	Usmeni dio	30
	Ukupno	60
UKUPNO		100

Parcijalni testovi:

Parcijalni test obuhvaća gradivo eksperimentalnih vježbi V1-20. Testom je moguće ostvariti najviše 40 ocjenskih bodova. Postignuća na parcijalnom testu vrednuju se prema Tablici 2.

Tablica 2.

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50-54,9	20
55-59,9	23
60-64,9	26
65-69,9	28
70-74,9	30
75-79,9	32
80-84,9	34
85-89,9	36
90-94,9	38
95-100	40

Završni ispit:

Završni ispit sastoji se od pismenog (30 ocjenskih bodova) i usmenog (30 ocjenskih bodova) dijela. Student mora zadovoljiti na svakom dijelu završnog ispita s minimalno 50%-tnom uspješnosti.

Vrednovanje pismenog dijela završnog ispita:

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50-54,9	15
55-59,9	16

60-64,9	18
65-69,9	19
70-74,9	21
75-79,9	23
80-84,9	25
85-89,9	27
90-94,9	29
95-100	30

Vrednovanje usmenog dijela završnog ispita:

15 – 18 ocjenskih bodova: odgovor zadovoljava minimalne kriterije,
 19 – 22 ocjenskih bodova: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama,
 23 – 26 ocjenskih bodova: vrlo dobar odgovor s neznatnim pogreškama,
 27 – 30 ocjenskih bodova: izniman odgovor.

Formiranje ocjene

Konačna ocjena je zbroj bodova ostvarenih tijekom nastave i bodova ostvarenih na završnom ispitu.
 Studenti koji su tijekom nastave ostvarili:

- od 0 do 19,99 ocjenska boda ocjenjuju se ocjenom F (neuspješan) i ne mogu steći ECTS bodove
- više od 20 ocjenskih bodova – mogu pristupiti završnom ispitu.

Studenti na završnom ispitu (pismeni+usmeni) mogu ostvariti 60% konačne ocjene, a ispitni prag na pismenom završnom ispitu ne može biti niži od 50% uspješno riješenih zadataka.

Prema postignutom ukupnom broju bodova dodjeljuju se sljedeće konačne ocjene:

90% do 100% ocjene	A	izvrstan (5)
75% do 89,9% ocjene	B	vrlo dobar (4)
60% do 74,9% ocjene	C	dobar (3)
50% do 59,9% ocjene	D	dovoljan (2)
0% do 49,9% ocjene	F	nedovoljan (1)

U elektronički indeks i prijavnicu unosi se brojčana ocjena, ECTS ocjena i postotak usvojenog znanja, vještina i kompetencija.

Mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku:

Ostale napomene (vezane uz kolegij) važne za studente:

Pohađanje nastave

Predavanja će biti održavana na Medicinskom fakultetu u Rijeci, a vježbe u Informatičkoj učionici Medicinskog fakulteta u Rijeci. Svi studenti zajedno pohađaju predavanja, dok su na eksperimentalnim vježbama podijeljeni u dvije grupe. Prisustvovanje svim oblicima nastave se bilježi.

Maksimalan broj opravdanih izostanaka s vježbi iznosi **30% (6 sati)**, uz obvezu kolokviranja propuštenog gradiva. Izostanci moraju biti opravdani odgovarajućim liječničkim potvrđama. Neopravdani izostanak s vježbi povlači negativnu konačnu ocjenu, a izostanci koji premašuju maksimalan broj dopuštenih sati onemogućuju pristup Završnom ispitu.

Studenti i nastavnici moraju se pridržavati konstruktivne i pozitivne komunikacije, što je od izuzetne važnosti obzirom na naglašenu interaktivnost kolegija. Tijekom predavanja i izvođenja vježbi strogo je zabranjena uporaba mobilnih telefona i ostalih elektroničkih uređaja koji odvrću pažnju ili remete koncentraciju nastavne grupe. Student koji opetovano remeti pozitivnu radnu atmosferu bit će udaljen s nastave te će mu biti evidentiran izostanak.

Pismeni radovi

U pismene radove ubrajaju se parcijalni test, popravci parcijalnog testa te pismeni dio ispita.

Parcijalni test: Piše se tijekom trajanja kolegija, nakon odrađenih eksperimentalnih vježbi. Studenti se pripremaju iz zadane literature, kao dopunu predavanjima. Test je pismeni.

Popravni parcijalni test: Studenti koji nisu uspjeli ostvariti minimalno 20 ocjenskih bodova tijekom odvijanja nastave ili nisu položili parcijalni test ili nisu pristupili parcijalnom testu ili žele popraviti ukupan broj bodova (kao zadnja ocjena uzima se zadnji pisani test koji može značiti i negativnu ocjenu) moraju pristupiti popravku Parcijalnog testa kako bi stekli uvjete za izlazak na Završni ispit.

Završni pismeni ispit: Obuhvaća gradivo određeno planom i programom kolegija.

Kašnjenje i/ili neizvršavanje zadataka

Studenti se upućuju na točnost u dolasku na predavanja i eksperimentalne vježbe. U slučaju kašnjenja studenta na vježbe iz objektivnog razloga, voditelj/asistent će pokušati prilagoditi plan izvođenja vježbe. U slučaju kašnjenja više od 15 min., student gubi pravo na izvođenje vježbe te se takav dolazak vodi kao izostanak.

Prilikom predavanja, studentima nije dozvoljen ulazak u predavaonu po isteku 15 min od početka predavanja.

Sve obveze student bi trebao izvršavati na vrijeme (i uspješno) kako bi mogao slijediti nastavu definiranu predviđenim programom i rasporedom. Ako student ne obavi sve programom predviđene dijelove na vrijeme i barem s minimalnim uspjehom (min. 50%), mora ponovno upisati predmet.

Akademski čestitost

Studenti su upućeni na samostalnost prilikom izrade ocjenskih radova (parcijalni test, pismeni ispit), međukolegijalno poštovanje te promicanje akademske diskusije. Prilikom rada studenata u grupama, podjela zadataka mora biti jasno iskazana od strane studenata te prepoznata od strane nastavnika. Nastavnici su obvezni držati se društvenih normi

kao što su nepristranost s obzirom na spol, nacionalnu pripadnost i vjeru.

Dokumenti koji se odnose na akademsku čestitost su Etički kodeks Sveučilišta u Rijeci¹ te Etički kodeks za studente.

Kontaktiranje s nastavnicima

Studenti se upućuju na aktivnu i konstruktivnu diskusiju s nastavnicima. Izvan nastavnog vremena, voditelj kolegija i asistent su dostupni za konzultacije unutar termina koji će biti naznačen prilikom prvog predavanja.

Informiranje o predmetu

Informacije o predmetu studenti mogu naći na web stranicama kolegija (Platforma Merlin). Studenti su obvezni sami potražiti odgovarajuće informacije na gore navedenom mjestu. U slučaju hitne promjene termina nastave, ispita ili drugih važnih promjena, studenti će biti informirani putem Platforme Merlin ili e-maila.

Očekivane opće kompetencije studenata pri upisu predmeta

Od studenata se očekuje sistematizirano temeljno znanje stečeno iz područja kolegija Kemije, Matematike, Statistike i Informatike.

Rad na elektroničkom računalu (pisanje, skiciranje, MS Excel).

Osnove statističke obrade numeričkih podataka te njihovo grafičko prikazivanje.

¹ http://www.uniri.hr/hr/propisi_i_dokumenti/eticki_kodeks_svri.htm

Popis predavanja, seminara i vježbi:

	PREDAVANJA (tema predavanja)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
P1, P2	Uvodni pojmovi o sustavu, matematičkom modeliranju i primjeni modela. Procesni prostor, ulazne i izlazne veličine, zavisne i nezavisne veličine. Računalna simulacija, upravljanje procesom, optimiranje procesa.	2	Predavaona 1
P3, P4	Klasifikacija matematičkih modela. Osnovni pojmovi o kemijskom reakcijskom inženjerstvu. Brzine kemijskih reakcija: Osnovni pojmovi i veličine.	2	Predavaona 8
P5-P7	Kinetika reakcija u homogenim sustavima. Osnove teorije o reakcijskom putu (Teorija sudara, Teorija prijelaznog stanja). Ovisnost brzine reakcije o temperaturi. Eksperimentalni podaci i brzina kemijske reakcije. Kinetički model.	3	Predavaona 5/2
P8-P10	Podjela kemijskih reaktora. Bilance mase, množine tvari i topline. Matematički opis općih bilanci množine tvari. Reaktorski modeli osnovnih „idealnih“ tipova reaktora. Kotlasti reaktor, Protočni kotlasti reaktor, Cijevni reaktor.	3	Predavaona 2
P11, P12	Eksperimentalne metode u kinetici. Izbor eksperimentalnog reaktora. Izbor kinetičkog modela, procjena vrijednosti parametara modela, analiza grešaka.	2	Predavaona 2
P13-P16	Analiza i primjena matematičkih modela različitih kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u okolišu. Razvoj matematičkog modela: postavljanje bilanci, utvrđivanje parametara modela, odabir numeričkih metoda u rješavanju modela.	4	Predavaona 8
P17-P21	Primjeri matematičkih modela uz prostornu ovisnost veličina stanja. Primjeri modela uz vremensku i prostornu ovisnost veličina stanja.	5	Predavaona 2/8/1
P22, P23	Optimiranje procesa uz uporabu eksperimentalnih rezultata. Simulacija procesa pomoću matematičkog modela. Procjena vrijednosti parametara modela. Prihvaćanje ili odbacivanje modela.	2	Predavaona 1
P24, P25	Viševarijabilni modeli. Linearni modeli. Nelinearni. Nelinearni dinamički modeli. PCA (glavne komponente) modeli. Modeli neizrazite logike (Fuzzy logic). Neuronske mreže.	2	Predavaona 1
	Ukupan broj sati predavanja	25	

	VJEŽBE (tema vježbe)	Broj sati nastave	Mjesto održavanja
V1, V2	Uvodne napomene o programskom paketu „Berkeley Madonna“. Determinante i matrice.	2	Informatička učionica
V3-V6	Analiza i primjena matematičkih modela u različitim kemijskih i biokemijskim procesima.	4	Informatička učionica/ predavaona 9
V7-V14	Analiza i primjena matematičkih modela različitih kemijskih i bioloških procesa koji se odvijaju u okolišu. Razvoj matematičkog modela: postavljanje bilanci, utvrđivanje parametara modela, odabir numeričkih metoda u rješavanju modela.(biološko pročišćavanje otpadnih voda, distribucija onečišćenja dospjelog u rijeku, more ili jezero)	8	Informatička učionica
V15-V18	Optimiranje procesa uz uporabu eksperimentalnih rezultata. Simulacija procesa pomoću matematičkog modela. Procjena vrijednosti parametara modela. Prihvatanje ili odbacivanje modela.	4	Informatička učionica
V19,V20	Viševarijabilni modeli. Linearni modeli. Nelinearni. Nelinearni dinamički modeli. PCA (glavne komponente) modeli.	2	Informatička učionica
	Ukupan broj sati vježbi	20	

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2021./2022. godinu)

	Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
2. Tjedan	10.01.2022.	P1 (11:00 - 12:00) P2 (12:00 - 13:00) Predavaona 1			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	12.01.2022.	P3 (10:00 - 11:00) P4 (11:00 - 12:00) Predavaona 8			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	13.01.2022.	P5 (11:00 - 12:00) P6 (12:00 - 13:00) Predavaona 5			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	14.01.2022.	P7 (10:00 - 11:00) P8 (11:00 - 12:00) Predavaona 2			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
3. Tjedan	18.01.2022.	P9 (13:00 - 14:00) P10 (14:00 - 15:00) Predavaona 2			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	20.01.2022.	P11 (13:00 - 14:00) P12 (14:00 - 15:00) Predavaona 2			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	21.01.2022.	P13 (13:00 - 14:00) P14 (14:00 - 15:00) Predavaona 8			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
4. Tjedan	25.01.2022.			V1, V2 (I grupa) (12:00-14:00) Informatička učionica V1, V2 (II grupa) (14:00-16:00) Informatička učionica	izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	27.01.2022.			V3, V4 (I grupa) (12:00-14:00) Predavaona 9 V3, V4 (II grupa) (14:00-16:00) Predavaona 9	izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	28.01.2022.			V5, V6 (I grupa) (12:00-14:00) Informatička učionica	izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić

				V5, V6 (II grupa) (14:00-16:00) Informatička učionica	
5. Tjedan	01.02.2022.	P15 (12:00 - 13:00) P16 (13:00 - 14:00) Predavaona 8			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	03.02.2022.	P17 (12:00 - 13:00) P18 (13:00 - 14:00) Predavaona 2			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	04.02.2022.	P19 (12:00 - 13:00) P20 (13:00 - 14:00) Predavaona 8			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
6. Tjedan	08.02.2022.	P21 (12:00 - 13:00) P22 (13:00 - 14:00) Predavaona 1			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	10.02.2022.			V7, V8 (I grupa) (12:00-14:00) Informatička učionica V7, V8 (II grupa) (14:00-16:00) Informatička učionica	izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	11.02.2022.			V9, V10 (I grupa) (12:00-14:00) Informatička učionica V9, V10 (II grupa) (14:00-16:00) Informatička učionica	izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
7. Tjedan	14.02.2022.			V11, V12 (I grupa) (09:00-11:00) Informatička učionica V11, V12 (II grupa) (11:00-13:00) Informatička učionica	izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	15.02.2022.	P23 (08:00 - 09:00) P24 (09:00 - 10:00) P25 (10:00 - 11:00) Predavaona 1			izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	18.02.2022.			V13, V14 (I grupa) (08:00-10:00) Informatička učionica V13, V14 (II grupa) (10:00-12:00) Informatička učionica	izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić

8. Tjedan	21.02.2022.			V15, V16 (I grupa) (12:00-14:00) Informatička učionica V15, V16 (II grupa) (14:00-16:00) Informatička učionica	izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	23.02.2022.			V17, V18 (I grupa) (12:00-14:00) Informatička učionica V17, V18 (II grupa) (14:00-16:00) Informatička učionica	izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
	25.02.2022.			V19, V20 (I grupa) (12:00-14:00) Informatička učionica V19, V20 (II grupa) (14:00-16:00) Informatička učionica	izv. prof. dr. sc. Dalibor Broznić
9. Tjedan	28.02.2022.	PARCIJALNI TEST (13:00-15:00) Predavaona			

POPRAVNI PARCIJALNI TESTOVI	
1.	po dogovoru s voditeljem kolegija
2.	

ISPITNI TERMINI (završni ispit)	
1.	07.03.2022.
2.	21.03.2022.
3.	06.06.2022.
4.	05.09.2022.