

## Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

### Kolegij: INSTRUMENTALNE METODE

Voditelj: doc.dr.sc. Dalibor Broznić, [dalibor.broznic@medri.uniri.hr](mailto:dalibor.broznic@medri.uniri.hr)

Suradnici: prof.dr.sc. Srećko Valić, [svalic@medri.uniri.hr](mailto:svalic@medri.uniri.hr)

izv.prof.dr.sc. Marin Tota, [marin.tota@medri.uniri.hr](mailto:marin.tota@medri.uniri.hr)

doc.dr.sc. Gordana Čanadi Jurešić, [gordanacj@medri.uniri.hr](mailto:gordanacj@medri.uniri.hr)

dr.sc. Damir Klepac, [damir.klepac@medri.uniri.hr](mailto:damir.klepac@medri.uniri.hr)

Iva Potočnjak, mag.sanit.ing, [iva.potocnjak@medri.uniri.hr](mailto:iva.potocnjak@medri.uniri.hr)

Katedra: Zavod za kemiju i biokemiju

Studij: Preddiplomski studij sanitarnog inženjerstva

Godina studija: 2. godina

Akadska godina: 2017/2018

## 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 **Instrumentalne metode** je obvezni kolegij na drugoj godini (ljetni semestar) Preddiplomskog sveučilišnog studija Sanitarno inženjerstvo i sastoji se od 15 sati predavanja, 30 sati vježbi, ukupno 45 sati (**4 ECTS**). Kolegij se izvodi u prostorijama Medicinskog fakulteta u Rijeci (predavaone i praktikumi Zavoda za kemiju i biokemiju), te na Nastavnom Zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije.

### Ciljevi i očekivani ishodi kolegija (razvijanje općih kompetencija)

Upoznavanje studenata Preddiplomskog studija sanitarnog inženjerstva s modernim tehnikama kemijske i strukturne analize pomoću suvremenih instrumenata. Ponavljanje teorijskih osnova vezanih uz tehnike i rad instrumenata. Upoznavanje sa specifičnostima pojedinih metoda i mogućnostima njihove primjene obzirom na prednosti i ograničenja unutar zadanih eksperimentalnih uvjeta (prilagodba metode uzorku, granična osjetljivost, preciznost, točnost itd.).

### Korelativnost i korespondentnost programa

Poznavanje instrumenata i opreme za analizu uzoraka iz okoliša koji imaju utjecaj na ljudsko zdravlje, te ocjenu zdravstvene ispravnosti namirnica, neophodno je za djelatnike iz područja zdravstvene zaštite. Kvalitetna analiza podrazumijeva dobro poznavanje metoda i vladanje postupcima, od uzimanja i pripreme uzoraka namirnica te ostalih bioloških uzoraka, preko provedbe instrumentalne analize, do vrednovanja i tumačenja dobivenih rezultata. Navedene zadatke nemoguće je zamisliti bez primjene suvremene tehnologije. U odnosu na cjelokupni program studija, kolegij Instrumentalne metode pruža uvid u tehnike i metode koje su uključene i u druge kolegije (Analitička kemija, Fizikalna kemija, Organska kemija, Kemija i okoliš, Metali u biološkim procesima).

### Sadržaj kolegija

**UVOD U KOLEGIJ.** Suvremene metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode. Kalibracijski postupci.

**SPEKTROSKOPSKE METODE ANALIZE.** Uvod u spektroskopske metode. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) i infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Fluorescentna spektroskopija. Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS). Atomska emisijska spektroskopija (AES). Spektrometrija masa (MS). Spektroskopija elektronske paramagnetske

rezonancije (EPR). Nuklearna magnetska rezonancija (NMR).

**KROMATOGRFSKE METODE ANALIZE.** Tankoslojna kromatografija (TC). Plinska kromatografija (GC). Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC). Ionska kromatografija (IC).

**VEZANI SUSTAVI ANALIZE.** Induktivno spregnuta plazma - atomska emisijska spektroskopija (ICP-AES), Induktivno spregnuta plazma - spektrometrija masa (ICP-MS), Plinska kromatografija – spektrometrija masa (GC-MS), Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti – spektrometrija masa (HPLC-MS).

**OSTALE METODE.** Termoanalitičke metode. Elektroforeza. Izoelektrično fokusiranje.

#### **Pristup učenju i poučavanju kolegiju**

Poučavanje kolegija je prilagođeno usvajanju teorijskog znanja vezanog uz metode instrumentalne analize i principe rada instrumenata, te proceduralnog znanja i vještina vezanih uz praktičnu izvedbu pokusa i mjerenja. Od studenata se očekuje svladavanje teorijskog dijela gradiva, računskih zadataka, izbor i priprema vlastitog uzorka za određene tehnike analize (npr. prehrambeni proizvodi, kozmetika, otpadne vode, tlo, biljno tkivo itd.), te (inter)aktivno sudjelovanje u demonstracijama instrumenata. Studentima je potrebno skrenuti pažnju na ulogu i važnost kolegija u kontekstima studija, zapošljavanja, održivog razvoja, te posebno na mjere zaštite na radu te mjere zaštite okoliša prilikom izvođenja vježbi. Posebna vrijednost kolegija je u upoznavanju studenata sa širokim izborom metoda i instrumenata, te s uzorcima iz svakodnevnog okruženja.

#### **Način izvođenja nastave**

Kolegij se sastoji od predavanja i vježbi, prilagođenim postizanju ishoda navedenih u prvom stavku. Predavanja služe za podučavanje teorijskog dijela gradiva te rješavanje računskih zadataka vezanih uz specifičnu metodu ili instrument, dok vježbe služe za demonstracijski rad na instrumentima i opremi prisutnoj na Zavodu za kemiju i biokemiju Medicinskog fakulteta u Rijeci te partnerskim laboratorijima. Oba vida nastave izvode se uz maksimalnu interakciju sa studentima.

#### **Popis obvezne ispitne literature:**

1. Skoog D.A., Holler F.J., Crouch S.R., Principles of Instrumental Analysis, 6<sup>th</sup> Ed., Thompson Brooks/Cole, CA 2007.
2. Skoog D.A., West D.M., Holler F.O., Osnove analitičke kemije, Školska knjiga, Zagreb, 1999.
3. Štraus B., Stavljenić-Rukavina A., Plavšić F., Analitičke tehnike u kliničkom laboratoriju, Medicinska naklada, Zagreb 1997.
4. Rouessac F., Rouessac A., Chemical analysis, Modern Instrumentation Methods and Techniques, 6<sup>th</sup> Edition, John Wiley and Sons Ltd, Southern Gate, Chichester, West Sussex, England, 2007.

#### **Popis dopunske literature:**

1. Silverstein R.M., Webster F.X., Kiemle D., The Spectrometric Identification of Organic Compounds, John Wiley & Sons, 2005.
2. Pine S.H., Organska kemija, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
3. Atkins P.W., Physical Chemistry, 5<sup>th</sup> Edition, Oxford University Press, 1994.

4. Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L., Biochemistry, Freeman W.H. and Company, New York, 2002.
5. Curtis Johnson W., Shing Ho P., Principles of Physical Biochemistry, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1998.

## Nastavni plan:

### Popis predavanja (s naslovima i pojašnjenjem):

#### **P1. Metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode.**

##### Ishodi učenja

- nabrojati i objasniti različite metode izolacije analita iz matrice
- nabrojati i objasniti vrste centrifugalnih separacija, navesti karakteristike tipova rotora, materijala te medija koji se koriste kod centrifugalnih separacija
- navesti i objasniti različite metode instrumentalne analize
- objasniti razliku između relativnih i apsolutnih metoda te navesti osnovna načela pri odabiru analitičke metode
- navesti i okarakterizirati metode identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša
- objasniti pojam validacija metode, objasniti kada i na koji način se provodi validacija metode
- objasniti točnost, preciznost, osjetljivost i selektivnost metode
- definirati pojam kalibracija i objasniti vrste kalibracijskih postupaka

#### **P2. SPEKTROSKOPSKE METODE ANALIZE. Uvod u spektroskopske metode.**

##### Ishodi učenja

- navesti pregled glavnih analitičkih metoda s obzirom na analitički signal
- definirati i objasniti spektrometrijske metode s obzirom na posljedicu interakcije uzorka s elektromagnetskim zračenjem: apsorpcija, inducirana apsorpcija, emisija, omjer mase i naboja.

#### **P3. Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS).**

##### Ishodi učenja

- objasniti vrste i načine nastanka atomskih spektara
- objasniti razliku između apsorpcijske i emisijske spektrometrije
- objasniti načine postizanja visokih temperatura kod AAS
- navesti i objasniti primjenu AAS spektrometrije
- objasniti elektrotermičku atomizaciju (princip rada grafitne kivete)
- navesti i objasniti sastavne dijelove AAS spektrometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja AAS metode

#### **P4. Atomska emisijska spektroskopija (AES).**

##### Ishodi učenja

- navesti i objasniti primjenu AES
- objasniti načine postizanja visokih temperatura kod AES
- objasniti procese koji se odvijaju pri unošenju otopina soli metala u plamen AES spektrometra
- navesti i objasniti sastavne dijelove AES spektrometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja AES metode

#### **P5. Spektroskopija elektronske paramagnetske rezonancije (EPR).**

##### Ishodi učenja

- objasniti magnetska svojstva elektrona (orbitalno gibanje elektrona oko jezgre, spin elektrona, ukupni moment količine gibanja elektrona)
- objasniti osnovna načela EPR spektroskopije

- navesti i objasniti primjenu EPR spektroskopije
- navesti i objasniti sastavne dijelove EPR spektrometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja EPR spektroskopije kao metode
- navesti i objasniti parametre EPR spektra
- navesti i objasniti pomoćne tehnike EPR spektroskopije

#### **P6. Nuklearna magnetska rezonancija (NMR).**

##### Ishodi učenja

- objasniti magnetske osobine jezgre atoma
- objasniti međudjelovanje magnetskog polja jezgre atoma i vanjskog magnetskog polja
- objasniti pojmove nuklearna rezonancija, nuklearna relaksacija, kemijski pomak
- navesti i objasniti sastavne dijelove NMR spektrometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja NMR spektroskopije kao metode
- navesti i objasniti primjenu NMR spektroskopije

#### **P7. Spektrometrija masa (MS).**

##### Ishodi učenja

- navesti i objasniti primjenu MS
- navesti i objasniti tehnike ionizacije kod MS
- navesti i objasniti analizatore mase kod MS
- navesti i objasniti sastavne dijelove MS, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja MS kao metode

#### **P8, P9. KROMATOGRFSKE METODE ANALIZE. Tankoslojna kromatografija (TC).**

##### Ishodi učenja

- definirati pojam kromatografija, navesti i objasniti sastavne dijelove kromatografskog sustava
- navesti i objasniti podjelu kromatografskih separacija
- navesti i objasniti faze kromatografske analize
- navesti i objasniti primjenu TC
- navesti i objasniti sastavne dijelove sustava za TC, objasniti princip odjeljivanja komponenti kod TC, objasniti načine razvijanja ploče kod TC, objasniti načine detekcije i kvantifikacije kod TC
- navesti prednosti i ograničenja TC kao metode
- navesti i objasniti osnovne pojmove vezane uz kolonsku kromatografiju
- objasniti raspodjelu analita između faza, definirati i objasniti koeficijent raspodjele
- definirati i objasniti vrijeme zadržavanja, mrtvo vrijeme, faktor zadržavanja
- definirati i objasniti djelotvornost kromatografske kolone i razlučivanje kolone

#### **P10. Plinska kromatografija (GC).**

##### Ishodi učenja

- navesti karakteristike GC kao instrumentalne metode (fizikalno stanje pokretne faze i nepokretne faze, tehnika izvođenja, vrste spojeva koje se analiziraju ovom tehnikom)
- navesti i objasniti primjenu GC
- navesti i objasniti vrste plinske kromatografije ovisno o prirodi nepokretne faze
- objasniti o čemu ovisi brzina prolaska komponente kroz kolonu kod GC
- navesti i objasniti faze plinsko-kromatografske analize

#### **P11. Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC).**

##### Ishodi učenja

- navesti karakteristike HPLC kao instrumentalne metode (fizikalno stanje pokretne faze i nepokretne faze, tehnika izvođenja, vrste spojeva koje se analiziraju ovom tehnikom)
- navesti i objasniti primjenu HPLC
- objasniti razliku između normalne i reverzne faze kod HPLC
- objasniti pojmove izokratna i gradijentna elucija

- navesti i objasniti sastavne dijelove HPLC, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja tekućinske kromatografije kao metode
- navesti i objasniti parametre koji karakteriziraju komponente prikazane na kromatogramu (vrijeme zadržavanja, korigirano vrijeme zadržavanja, volumen zadržavanja, korigirani volumen zadržavanja, izdvojenost i razdvojenost komponente)

**P12. VEZANI SUSTAVI ANALIZE. Induktivno spregnuta plazma - atomska emisijska spektroskopija (ICP-AES), Induktivno spregnuta plazma - spektrometrija masa (ICP-MS), Plinska kromatografija – spektrometrija masa (GC-MS), Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti – spektrometrija masa (HPLC-MS).**

Ishodi učenja

- nabrojati i objasniti prednosti analize vezanim sustavima
- navesti i objasniti temeljne zahtjeve povezivanja instrumentalnih tehnika
- navesti i objasniti primjenu ICP-AES
- navesti i objasniti osobine plazme
- objasniti načine pripreme uzoraka za analizu ICP-AES-om
- navesti i objasniti sastavne dijelove ICP-AES, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja ICP-AES kao metode
- navesti i objasniti primjenu ICP-MS
- navesti i objasniti sastavne dijelove ICP-MS, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja ICP-MS kao metode
- navesti i objasniti primjenu GC-MS
- navesti i objasniti sastavne dijelove GC-MS, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja GC-MS kao metode
- navesti i objasniti primjenu HPLC-MS
- navesti i objasniti sastavne dijelove HPLC-MS, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja HPLC-MS kao metode

**P13. Ionska kromatografija (IC).**

Ishodi učenja

- navesti karakteristike IC kao instrumentalne metode (fizikalno stanje pokretne faze i nepokretne faze, tehnika izvođenja, vrste spojeva koje se analiziraju ovom tehnikom)
- navesti i objasniti primjenu IC
- objasniti mehanizam odjeljivanja sastojaka uzoraka kod IC
- nabrojati i objasniti osnovne dijelove ionskog izmjenjivača
- objasniti ulogu supresora kod IC
- navesti objasniti ulogu eluensa za detekciju vodljivosti s kemijskom i elektronskom supresijom
- navesti i objasniti sastavne dijelove IC, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja ionske kromatografije kao metode
- navesti i objasniti parametre koji karakteriziraju komponente prikazane na kromatogramu (vrijeme zadržavanja, korigirano vrijeme zadržavanja, volumen zadržavanja, korigirani volumen zadržavanja, izdvojenost i razdvojenost komponente)

**P14. Elektroforeza. Izoelektrično fokusiranje.**

Ishodi učenja

- definirati elektroforezu i objasniti mehanizam razdvajanja komponenti kod elektroforeze
- navesti i objasniti primjenu elektroforeze
- nabrojati i objasniti vrste elektroforetskih separacija
- navesti vrste i ulogu gelova koji se koriste kod gel-elektroforeze
- objasniti ulogu detergenata kod SDS-PAGE elektroforeze
- objasniti izoelektrično fokusiranje
- objasniti načine vizualizacije nastalih zona po završetku elektroforeze
- navesti i objasniti sastavne dijelove sustava za elektroforezu, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja elektroforeze kao metode

### **P15. Termoanalitičke metode (DSC).**

#### Ishodi učenja

- definirati i termoanalitičke metode, navesti podjelu i osobine pojedinih termoanalitičkih metoda
- navesti vrste i karakteristike komercijalno dostupnih DSC uređaja
- navesti i objasniti sastavne dijelove DSC, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja DSC kao metode
- objasniti DSC termogram

### **Popis vježbi s pojašnjenjem:**

Vježbe iz kolegija Instrumentalne metode izvode se u praktikumima na Zavodu za kemiju i biokemiju Medicinskog fakulteta u Rijeci te u laboratorijima na Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije (NZZJZ PGŽ). Prije pristupa vježbama studenti su obvezni usvojiti teorijska znanja o metodi instrumentalne analize koja će se izvoditi praktično, znati princip rada instrumenta kako bi bili u mogućnosti samostalno izvesti mjerenje na pojedinom instrumentu ili aktivno sudjelovati u demonstracijskim eksperimentima.

#### **LAB V1. Uvod u vježbe. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija.**

##### Ishodi učenja

- objasniti pojmove vezane uz interakciju tvari sa zračenjem (elektromagnetski val, električno polje, magnetsko polje, foton, energija fotona, elektromagnetski spektar, apsorpcija, transmisija)
- definirati i objasniti Beer-Lambertov zakon
- objasniti međudjelovanje UV/VIS zračenja i molekule
- definirati i objasniti pojmove kromofori i aoksokromi, batokromni i hipsokromni pomak
- navesti i objasniti izborna pravila koja predviđaju vjerojatnost prijelaza elektrona pri apsorpciji UV/VIS zračenja
- navesti i objasniti primjenu UV/VIS spektrometrije
- navesti i objasniti sastavne dijelove UV/VIS spektrofotometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja UV/VIS metode

#### **LAB V2. Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Priprema uzoraka za spektrofotometriju.**

##### Ishodi učenja

- objasniti međudjelovanje IR zračenja i molekule
- objasniti pojmove rotacijska i vibracijska energija
- objasniti uvjet IR-aktivnosti
- navesti i objasniti primjenu IR spektrometrije
- navesti i objasniti sastavne dijelove apsorpcijskog i interferencijskog spektrofotometra, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja IR metode

#### **EXP V3. Spektrometrija u vidljivom području. Metoda baždarnog pravca.**

##### Ishodi učenja

- samostalno pripremiti otopine za ekstrakciju analita iz složene matrice
- samostalno izvesti postupak ekstrakcije analita iz složene matrice
- objasniti osnovni princip rada UV/VIS spektrofotometra
- navesti sastavne dijelove UV/VIS spektrofotometra
- samostalno kvantitativno određivanje analita na UV/VIS spektrofotometru
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

#### **EXP V4. Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS). Atomska emisijska spektroskopija (AES).**

Ishodi učenja

- objasniti osnovni princip rada AAS i AES spektrometra
- navesti sastavne dijelove AAS i AES spektrometra
- kvantitativno određivanje analita na AAS spektrometru (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

**EXP V5. Infracrvena spektroskopija (IR).**

Ishodi učenja

- objasniti osnovni princip rada IR spektrometra
- navesti sastavne dijelove IR spektrometra
- kvantitativno određivanje analita na IR spektrometru (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

**LAB V6. Fluorescencija, fosforescencija.**

Ishodi učenja

- definirati i objasniti fluorescenciju i fosforescenciju
- prikazati fluorescenciju i fosforescenciju pomoću Jablonskog dijagrama
- objasniti Stokesov pomak
- navesti i objasniti sastavne dijelove spektrofluorimetara, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja spektrofluorimetrijskih metoda
- definirati i objasniti bioluminiscenciju
- navesti i objasniti načine izvedbe bioluminiscentnih testova
- definirati, navesti i objasniti biotestove za ispitivanje otrovnosti otpadnih voda

**EXP V7. Tankoslojna kromatografija s denzitometrijom.**

Ishodi učenja

- navesti i objasniti sastavne dijelove sustava za TC
- objasniti princip odjeljivanja komponenti kod TC
- izolacija analita dvodimenzionalnom TC (demonstracijski)
- kvantitativno određivanje analita pomoću denzitometra (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

**EXP V8. Priprema uzoraka za kromatografsku analizu (HPLC i GC).**

- samostalno pripremiti otopine za ekstrakciju analita iz složene matrice
- samostalno izvesti postupak ekstrakcije analita iz složene matrice

**LAB V9. Plinska kromatografija (GC).**

Ishodi učenja

- navesti i objasniti sastavne dijelove GC, objasniti princip rada instrumenta, navesti prednosti i ograničenja plinske kromatografije kao metode
- navesti i objasniti parametre koji karakteriziraju komponente prikazane na kromatogramu (vrijeme zadržavanja, korigirano vrijeme zadržavanja, volumen zadržavanja, korigirani volumen zadržavanja)

**EXP V10. Plinska kromatografija (GC).**

Ishodi učenja

- objasniti osnovni princip rada GC
- navesti sastavne dijelove GC
- samostalno kvantitativno određivanje analita na GC
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

#### **EXP V11. Tekućinska kromatografija (HPLC).**

##### Ishodi učenja

- objasniti osnovni princip rada HPLC
- navesti sastavne dijelove HPLC
- samostalno kvantitativno određivanje analita na HPLC
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

#### **EXP V12. Ionska kromatografija (IC). Kombinirane metode (GC-MS, LC-MS).**

##### Ishodi učenja

- objasniti osnovni princip rada IC, te kombiniranih metoda GC-MS, LC-MS
- navesti sastavne dijelove IC, GC-MS, LC-MS
- kvantitativno određivanje analita na IC i LC-MS (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

#### **EXP V13. Elektroforeza proteina. Priprema uzorka. Priprema gelova za elektroforezu.**

##### Ishodi učenja

- navesti i objasniti sastavne dijelove sustava za elektroforezu
- objasniti princip odjeljivanja komponenti kod elektroforeze
- razdvajanje proteina SDS-PAGE elektroforezom (demonstracijski)
- nanošenje standarda i uzoraka (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

#### **EXP V14. Razlikovna pretražna kalorimetrija (DSC).**

##### Ishodi učenja

- navesti i objasniti sastavne dijelove DSC kalorimetra
- objasniti princip rada DSC kalorimetra
- analiza polietilena i prirodne gume (demonstracijski)
- samostalna obrada rezultata mjerenja i grafički prikaz rezultata, vođenje zabilježaka i izrada izvještaja

#### **Obveze studenata:**

Studenti upisuju na drugoj godini studija (IV semestar) 15 sati predavanja i 30 sati vježbi. Studenti su obvezni pohađati predavanja, pristupiti parcijalnim testovima i kolokvijima te odraditi vježbe. Prisutnost studenata na predavanjima i vježbama se evidentira. Za svaku vježbu potrebna je priprema proučavanjem bilježaka i literature. Svaku vježbu obvezno je opisati u obliku referata koji sadrži kratak opis metode, pripreme uzorka, instrumenta, izvedbe mjerenja, prikaz rezultata mjerenja te interpretaciju dobivenih rezultata. Po završetku svih vježbi i pozitivno ocjenjenih referata, studenti su dužni kolokvirati gradivo (pismeno ili usmeno) obuhvaćeno svim vježbama. **Svaka neodrađena vježba mora se kolokvirati.**



Završni ispit sastoji se od pismenog i usmenog dijela. Na svakom dijelu završnog ispita student mora zadovoljiti u 50% odgovora.

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

**Vrednovanje obveza studenata**

Ocjena iz kolegija Instrumentalne metode obuhvaća rezultate postignute iz eksperimentalnih vježbi, laboratorijskih vježbi, parcijalnih testova i završnog ispita.

Ukupan postotak uspješnosti studenta tijekom nastave čini 70%, a završni ispit 30% ocjene (*prema Pravilniku o studiju*).

Tijekom trajanja nastave kolegija Instrumentalne metode student može maksimalno sakupiti 70 ocjenskih bodova i još maksimalno 30 ocjenskih bodova tijekom završnog ispita, dakle ukupno maksimalno 100 ocjenskih bodova.

Studenti koji nisu uspjeli ostvariti minimalno 30 ocjenskih bodova tijekom odvijanja nastave ili nisu položili pojedini 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) mogu pristupiti popravcima Parcijalnih testova kako bi stekli uvjete za izlazak na Završni ispit.

**Svaki parcijalni test ponavljati se može samo jedanput.**

Struktura ocjene kolegija Instrumentalne metode u akademskoj godini 2017/2018 prikazana je u Tablici 1.

**Tablica 1.**

	<b>VREDNOVANJE</b>	<b>MAX.BROJ OCJENSKIH BODOVA</b>
<b>Parcijalni testovi</b>	1. Parcijalni test	25
	2. Parcijalni test	25
	<b>Ukupno</b>	<b>50</b>
<b>Laboratorijske vježbe</b>	Referati eksperimentalnih vježbi V3, V10, V11, V13	6 (1,5 povjezbi)
	Referati eksperimentalnih vježbi V4+V5, V7, V12, V14	4 (1 po vježbi)
	Završni kolokvij iz vježbi	10
	<b>Ukupno</b>	<b>20</b>
<b>UKUPNO</b>		<b>70</b>
<b>Završni ispit</b>	Pisani dio	15
	Usmeni dio	15
	<b>Ukupno</b>	<b>30</b>
<b>UKUPNO</b>		<b>100</b>

**Parcijalni testovi:**

Tijekom semestra predviđena su dva parcijalna testa. Prvi parcijalni test obuhvaća gradivo iz područja uzorkovanja, pripreme uzorka za analizu, modernih metoda izolacije analita iz matrice, metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša, validacija metode, statističke obrade i procjena rezultata i dobivanje informacija o sustavu, te spektroskopske metode analize. Testom je moguće ostvariti najviše 25 ocjenskih bodova. Postignuća na parcijalnom testu vrednuju se prema Tablici 2.

Drugi parcijalni test obuhvaća gradivo iz područja kromatografskih metoda, vezanih sustava analize te ostalih metoda navedenih Planom i programom. Testom je moguće ostvariti najviše 25 ocjenskih bodova. Postignuća na parcijalnom

testu vrednuju se prema Tablici 2.

**Tablica 2.**

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
40-44,99	11
45-49,99	12
50-54,99	13
55-59,99	15
60-64,99	16
65-69,99	17
70-74,99	19
75-79,99	20
80-84,99	21
85-89,99	23
90-94,99	24
95-100	25

**Završni kolokvij iz vježbi:**

Završni kolokvij iz vježbi obuhvaća cjelokupno gradivo Eksperimentalnih vježbi iz kolegija Instrumentalne metode. Testom je moguće ostvariti najviše 10 ocjenskih bodova. Postignuća na Završnom kolokviju iz vježbi vrednuju se prema Tablici 3.

**Tablica 3.**

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
40-44,99	4
45-49,99	4,5
50-54,99	5
55-59,99	5,5
60-64,99	6
65-69,99	6,5
70-74,99	7,5
75-79,99	8
80-84,99	8,5
85-89,99	9
90-94,99	9,5
95-100	10

**Završni ispit:**

Završni ispit sastoji se od pismenog (15 ocjenskih bodova) i usmenog (15 ocjenskih bodova) dijela. Student mora zadovoljiti na svakom dijelu završnog ispita.

Vrednovanje pismenog dijela završnog ispita:

Postotak točno riješenih zadataka (%)	Ocjenski bodovi
50-54,99	6
55-59,99	7
60-64,99	8
65-69,99	9
70-74,99	10
75-79,99	11
80-84,99	12
85-89,99	13
90-94,99	14
95-100	15

Vrednovanje usmenog dijela završnog ispita:

4 – 6 ocjenska boda: odgovor zadovoljava minimalne kriterije

7 – 9 ocjenska boda: prosječan odgovor s primjetnim pogreškama

10– 12 ocjenskih bodova: vrlo dobar odgovor s neznatnim pogreškama

13 – 15 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 29,99% ocjene ocjenjuju se ocjenom F (neuspješan) i ne mogu steći ECTS bodove
- od 30 do 39,99% ocjene ocjenjuju se ocjenom FX (nedovoljan) i mogu izaći na popravni ispit na kojem mogu ostvariti od 0 do 10% ocjene ili ponovo upisati predmet i
- više od 40% ocjene – mogu pristupiti završnom ispitu.

Studenti na završnom ispitu (pismeni+usmeni) mogu ostvariti 30% konačne ocjene, a ispitni prag na pismenom završnom ispitu ne može biti niži od 50% uspješno riješenih zadataka.

Student koji tijekom nastave ostvari 30 – 39,99 ocjenskih bodova, svrstava se u ocjensku kategoriju FX te može pristupiti jedino završnom popravnom ispitu. Popravni ispit obuhvaća cjelokupno gradivo kolegija Instrumentalne metode. Student koji na pismenom dijelu završnog popravnog ispita zadovolji minimalne kriterije (50% točno odgovorenih) pitanja pristupa usmenom dijelu istog. Ukoliko zadovolji student dobiva 10 ocjenskih bodova te biva ocijenjen ocjenom **dovoljan (E)**.

Prema postignutom ukupnom broju bodova dodjeljuju se sljedeće konačne ocjene:

80% do 100% ocjene	A	izvrstan (5)
70% do 79,99% ocjene	B	vrlo dobar (4)
60% do 69,99% ocjene	C	dobar (3)
50% do 59,99% ocjene	D	dovoljan (2)
40% do 49,99% ocjene	E	dovoljan (2)
	F	nedovoljan (1)
	FX	nedovoljan (1)

U indeks i prijavnicu unosi se bročana 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 se održavaju na Medicinskom fakultetu u Rijeci, a vježbe na Zavodu za kemiju i biokemiju Medicinskog fakulteta u Rijeci i Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije. Svi studenti zajedno pohađaju predavanja, prisustvovanje predavanjima i vježbama se bilježi, dok su za izvođenje vježbi studenti podijeljeni u grupe.

Maksimalan broj opravdanih izostanaka s vježbi iznosi **30%** odnosno **9** sati, uz obvezu usmenog kolokviranja propuštenog gradiva. Izostanci moraju biti opravdani odgovarajućim liječničkim potvrdama. Neopravdani izostanak s vježbi povlači negativnu konačnu ocjenu, a izostanci koji premašuju maksimalan broj dopuštenih sati onemogućuje pristup ispitu.

Gradivo je podijeljeno u skupine prema srodnosti tematike. Predviđena su dva obvezna pismena parcijalna testa iz svakog bloka gradiva.

Studenti i nastavnici se moraju 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 odvrćaju 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 referati s vježbi, parcijalni testovi, završni kolokvij iz vježbi, popravci parcijalnih testova te pismeni dio ispita.

Referati. Studenti o svakoj vježbi pišu referate koji su podložni ocjeni. Tekst referata mora biti strukturiran kao znanstveni izvještaj. Osim sadržaja referata, na ocjenu utječu pravopisna ispravnost i dosljednost znanstvenom izričaju. Također, potiče se originalnost unutar zadanih okvira. U slučaju prenošenja informacija iz drugih vrela, potrebno je ispravno citirati izvorno djelo. Prepisivanje tekstova, rezultata i zaključaka bilo iz literature, bilo unutar kolegija nije prihvatljivo te negativno utječe na ocjenu.

Studenti su obvezni referat predati najkasnije do početka iduće vježbe. Voditelj/asistent je obavezan ocijeniti referat u

najkraćem mogućem roku, ocjenu unijeti u evidenciju, te o njoj obavijestiti studenta. Voditelj kolegija zadržava referate do kraja trajanja kolegija, odnosno upisivanja ocjene u indeks.

Završni kolokvij iz vježbi: Polaže se nakon odslušanih i odrađenih eksperimentalnih vježbi. Kolokvij može biti pismeni ili usmeni. Odnosi se na praktični dio izvođenja vježbi. **Položen Završni kolokvij iz vježbi uvjet je za pristupanje Završnom pismenom ispitu.**

Parcijalni testovi: Predviđena su dva parcijalna testa. Pišu se tijekom trajanja kolegija, nakon odslušanog određenog dijela gradiva. Studenti se pripremaju iz zadane literature, kao dopunu predavanjima. Testovi su pismeni.

Popravci parcijalnih testova: Studenti koji nisu uspjeli ostvariti minimalno 30 ocjenskih bodova tijekom odvijanja nastave ili nisu položili pojedini 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) mogu pristupiti popravcima Parcijalnih testova 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 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. 40% za preddiplomski studij), gubi pravo na potpis i mora ponovno upisati predmet.

Referate iz vježbi treba predati u dogovorenim terminima, kako posljedica kašnjenja ne bi bilo smanjivanje ocjene ili dodavanje dodatnih zadataka.

#### **Akademski čestitost**

Studenti su upućeni na samostalnost prilikom izrade ocjenskih radova (referati, 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 Rijeci<sup>1</sup> te Etički kodeks za studente.

#### **Kontaktiranje s nastavnicima**

Studenti se upućuju na aktivnu i konstruktivnu diskusiju s nastavnicima. Izvan nastavnog vremena, voditelj kolegija i asistenti 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, te oglasnoj ploči Zavoda. Studenti su obvezni sami potražiti odgovarajuće informacije na gore navedenim mjestima. U slučaju hitne promjene termina nastave, ispita ili drugih važnih promjena, studenti će biti informirani putem e-maila ili/i oglasne ploče Zavoda.

#### **Očekivane opće kompetencije studenata pri upisu predmeta**

Od studenata se očekuje sistematizirano temeljno znanje stečeno iz područja kolegija Opća i anorganska kemija,

<sup>1</sup> [http://www.uniri.hr/hr/propisi\\_i\\_dokumenti/eticki\\_kodeks\\_svri.htm](http://www.uniri.hr/hr/propisi_i_dokumenti/eticki_kodeks_svri.htm)

Analitička kemija, Organska i Fizikalna kemija.

Rad na elektroničkom računalu (pisanje, skiciranje, MS Excel) te interes za upoznavanje s programima vezanim uz rad s instrumentima.

Osnove statističke obrade numeričkih podataka te njihovo grafičko prikazivanje.

**Za pristupanje Završnom ispitu iz Instrumentalnih metoda potrebno je položiti ispit iz Opće i Anorganske kemije, odslušati nastavu iz kolegija Analitička kemija, Organska kemija, Fizikalna kemija i Biokemija.**

## SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE (za akademsku 2017./2018. godinu)

Datum	Predavanja (vrijeme i mjesto)	Seminari (vrijeme i mjesto)	Vježbe (vrijeme i mjesto)	Nastavnik
27.02.2018.	P1 (12:00 - 13:00) <b>Predavaona 5</b>			doc.dr.sc. Dalibor Broznić
02.03.2018.	P2 (08:00 - 09:00) P3 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 4</b>			doc.dr.sc. Dalibor Broznić
06.03.2018.			LAB V1 (I i II grupa) (12:00- 14:00) <b>Predavaona 5</b>	doc.dr.sc. Dalibor Broznić
09.03.2018.			LAB V2 (I i II grupa) (08:00- 10:00) <b>Predavaona 5</b>	doc.dr.sc. Dalibor Broznić
16.03.2018.			EXP V3 (I grupa) (08:00- 12:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	doc.dr.sc. Dalibor Broznić
			EXP V3 (II grupa) (12:00- 16:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	doc.dr.sc. Dalibor Broznić
20.03.2018.	P4 (12:00- 13:00) <b>Predavaona 5</b>			doc.dr.sc. Dalibor Broznić
23.03.2018.	P5 (08:00 - 09:00) P6 (09:00 - 10:00) <b>Predavaona 5</b>			prof.dr.sc. Srećko Valić
28.03.2018.			EXP V4, V5 (I grupa) (08:00-10:00) <b>NZZJZ</b>	doc.dr.sc. Dalibor Broznić
			EXP V4, V5 (II grupa) (10:00-12:00) <b>NZZJZ</b>	doc.dr.sc. Dalibor Broznić
04.04.2018.	P7 (14:00- 15:00) <b>Predavaona 6</b>			doc.dr.sc. Dalibor Broznić
05.04.2018.	P8 (11:00- 12:00) P9 (12:00- 13:00) <b>Predavaona 2</b>			prof.dr.sc. Marin Tota
11.04.2018.				

			LAB V6 (I i II grupa) (8:00- 10:00) <b>Predavaona 4</b>	doc.dr.sc. Dalibor Broznić
<b>16.04.2018.</b>	<b>I PARCIJALNI TEST</b>			
<b>18.04.2018.</b>			EXP V7 (I grupa) (08:00- 10:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	doc.dr.sc. Gordana Čanadi Jurešić
			EXP V8 (II grupa) (08:00- 11:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	dr.sc. Damir Klepac
			EXP V8 (I grupa) (11:00- 15:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	dr.sc. Damir Klepac
			EXP V7 (II grupa) (12:00- 14:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	doc.dr.sc. Gordana Čanadi Jurešić
<b>25.04.2018.</b>	P10 (08:00- 09:00) <b>Predavaona 4</b>		LAB V9 (I i II grupa) (09:00- 10:00) <b>Predavaona 4</b>	doc.dr.sc. Dalibor Broznić doc.dr.sc. Dalibor Broznić
	P11 (10:00- 11:00) <b>Predavaona 4</b>			doc.dr.sc. Dalibor Broznić
<b>02.05.2018.</b>			EXP V10 (I grupa) (08:00- 11:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	doc.dr.sc. Gordana Čanadi Jurešić
			EXP V10 (II grupa) (11:00- 14:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	doc.dr.sc. Gordana Čanadi Jurešić
<b>09.05.2018.</b>			EXP V11 (I grupa) (08:00- 11:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	doc.dr.sc. Dalibor Broznić
			EXP V11 (II grupa) (11:00- 14:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	doc.dr.sc. Dalibor Broznić
<b>16.05.2018.</b>				



	P12(08:00- 09:00) P13 (09:00- 10:00) <b>Predavaona 1</b>			doc.dr.sc. Dalibor Broznić prof.dr.sc. Marin Tota
<b>23.05.2018.</b>			EXP V12 (I grupa) (09:00- 11:00) <b>NZZJZ</b>  EXP V12 (II grupa) (11:00- 13:00) <b>NZZJZ</b>  EXP V13 (I grupa) (12:00- 14:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>  EXP V13 (II grupa) (09:00- 11:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	doc.dr.sc. Dalibor Broznić  doc.dr.sc. Dalibor Broznić  Iva Potočnjak, mag. sanit.ing.  Iva Potočnjak, mag. sanit.ing.
<b>30.05.2018.</b>			EXP V14 (I grupa) (08:00- 10:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>  EXP V13 (II grupa) (10:00- 12:00) <b>Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju</b>	dr.sc. Damir Klepac  dr.sc. Damir Klepac
<b>01.06.2018.</b>	<b>II PARCIJALNI TEST (8-10 h)</b>			
<b>08.06.2018.</b>	P14 (08:00- 09:00) P15 (09:00- 10:00) <b>Predavaona 4</b>			prof.dr.sc. Marin Tota dr.sc. Damir Klepac

**Popis predavanja i vježbi:**

	<b>PREDAVANJA (tema predavanja)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
P1	Metode izolacije analita iz matrice. Pregled metoda identifikacije i kvantifikacije organskih i anorganskih zagađivala iz okoliša. Validacija metode. Usporedba metoda. Izbor odgovarajuće metode. Kalibracijski postupci.	1	Predavaona 5
P2	SPEKTROSKOPSKE METODE ANALIZE. Uvod u spektroskopske metode.	1	Predavaona 4
P3	Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS).	1	Predavaona 4
P4	Atomska emisijska spektroskopija (AES).	1	Predavaona 5
P5	Nuklearna magnetska rezonancija (NMR).	1	Predavaona 5
P6	Spektroskopija elektronske paramagnetske rezonancije (EPR).	1	Predavaona 5
P7	Spektrometrija masa (MS).	1	Predavaona 6
P8,P9	KROMATOGRAFSKE METODE ANALIZE. Tankoslojna kromatografija (TC).	2	Predavaona 2
P10	Plinska kromatografija (GC).	1	Predavaona 4
P11	Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (HPLC).	1	Predavaona 4
P12	VEZANI SUSTAVI ANALIZE. Induktivno spregnuta plazma - atomska emisijska spektroskopija (ICP-AES), Induktivno spregnuta plazma - spektrometrija masa (ICP-MS), Plinska kromatografija – spektrometrija masa (GC-MS), Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti – spektrometrija masa (HPLC-MS).	1	Predavaona 1
P13	Ionska kromatografija (IC)	1	Predavaona 1
P14	Elektroforeza. Izoelektrično fokusiranje.	1	Predavaona 4
P15	Termoanalitičke metode.	1	Predavaona 4
	<b>Ukupan broj sati predavanja</b>	<b>15</b>	

	<b>VJEŽBE (tema vježbe)</b>	<b>Broj sati nastave</b>	<b>Mjesto održavanja</b>
LAB V1	Uvod u vježbe. Vidljiva (VIS), ultraljubičasta (UV) spektroskopija	2	Predavaona 5
LAB V2	Infracrvena (IR, FTIR) spektroskopija. Priprema uzoraka za spektrofotometriju	2	Predavaona 5

EXP V3	Spektrometrija u vidljivom području. Metoda baždarnog pravca	4	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
EXP V4	Atomska apsorpcijska spektroskopija (AAS). Atomska emisijska spektroskopija (AES).	1	NZZJZ
EXP V5	Infracrvena spektroskopija (IR)	1	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju/ NZZJZ
LAB V6	Fluorescencija, fosforescencija	2	Predavaona 4
EXP V7	Tankoslojna kromatografija	2	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
EXP V8	Priprema uzoraka za kromatografsku analizu	3	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
LAB V9	Plinska kromatografija (GC)	1	Predavaona 4
EXP V10	Plinska kromatografija (GC)	3	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
EXP V11	Tekućinska kromatografija (LC)	3	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
EXP V12	Ionska kromatografija. Kombinirane metode (GC-MS, LC-MS)	2	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju/ NZZJZ
EXP V13	Elektroforeza proteina. Priprema uzorka. Priprema gelova za elektroforezu	2	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
EXP V14	Razlikovna pretražna kalorimetrija (DSC)	2	Praktikum zavoda za kemiju i biokemiju
	<b>Ukupan broj sati vježbi</b>	<b>30</b>	

<b>POPRAVNI PARCIJALNI TESTOVI</b>	
1.	12.06.2018.
2.	18.06.2018.

<b>ISPITNI TERMINI (završni ispit)</b>	
1.	13.06.2018.
2.	28.06.2018.
3.	13.07.2018.
4.	10.09.2018.
5.	24.09.2018.