



ELABORAT O OSNIVANJU STUDIJSKOG PROGRAMA: "EKOLOŠKI MONITORING I BIOLOŠKA PROCJENA  
KVALITETA VODA (EMAB)"

UNIVERZITET U SARAJEVU

PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

**ELABORAT O OSNIVANJU STUDIJSKOG PROGRAMA**  
**II CIKLUSA STUDIJA**  
**"Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda**  
**(EMAB)"**

Sarajevo, februar 2021.

## **KOMISIJA ZA IZRADU ELABORATA:**

Na osnovu člana 135. stav (3) Zakona o visokom obrazovanju („Službene novine Kantona Sarajevo", broj: 33/17) i Člana 104. Statuta Univerziteta u Sarajevu, a u skladu sa odredbama Pravilnika o postupku predlaganja, ocjene, usvajanja novih i izmjena postojećih studijskih programa i nastavnih planova i programa na Univerzitetu u Sarajevu na osnovu Odluke broj: 01/06-737/15 od 09.12.2020. godine i broj: 01/06-737/16 od 10.12.2020. godine, Vijeće Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu na 9. elektronskoj sjednici održanoj dana 11.12.2020. godine, donosi Odluku o uvođenju studijskog programa: „Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)” na II ciklusu studija Odsjeka za biologiju Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu.

U Komisiju za izradu Elaborata studijskog programa imenuju se:

Prof. dr. Rifat Škrijelj , predsjednik

Prof. dr. Nusret Drešković, član

Prof. dr. Samir Đug, koordinator projekta, član

Prof. dr. Elvedin hasović, prodekan za nastavu i naučno-istraživački rad, član

Doc. dr. Adi Vesnić, član

## SADRŽAJ

SADRŽAJ.....	3
1. UVOD .....	4
1.1. INSTITUCIJA KOJA PREDLAŽE STUDIJSKI PROGRAM.....	4
Naziv i adresa visokoškolske ustanove.....	4
Misija Fakulteta .....	6
Vizija Fakulteta .....	7
Politika kvaliteta Fakulteta .....	7
Resursi Fakulteta .....	9
1.2. RAZLOZI ZA POKRETANJE STUDIJA .....	9
1.3. PROCJENA ZNAČAJA STUDIJA S OBZIROM NA POTREBE TRŽIŠTA RADA U JAVNOM I PRIVATNOM SEKTORU .....	11
1.4. USKLAĐENOSTI S MISIJOM UNIVERZITETA I STRATEGIJOM PREDLAGAČA STUDIJSKOGA PROGRAMA KAO I SA AKTUELNIM STRATEŠKIM DOKUMENTOM UNIVERZITETA .....	12
1.5. USPOREDIVOST STUDIJSKOGA PROGRAMA S PROGRAMIMA AKREDITIRANIH SRODNIH STUDIJSKIH PROGRAMA U BOSNI I HERCEGOVINI I ZEMLJAMA EUROPSKE UNIJE .....	12
1.6. MOBILNOST STUDENATA .....	13
1.7. POVEZANOST SA LOKALNOM ZAJEDNICOM .....	13
1.8. USKLAĐENOST SA ZAHTJEVIMA STRUKOVNIH UDRUŽENJA .....	14
1.9. MOGUĆI PARTNERI IZVAN VISOKOŠKOLSKOG SISTEMA.....	14
3. OPIS STUDIJSKOG PROGRAMA.....	19
3.1. ISHODI UČENJA NA NIVOU STUDIJSKOG PROGRAMA .....	19
3.2. POPIS OBAVEZNIH I IZBORNIH PREDMETA .....	19
3.3. STRUKTURA STUDIJA I USLOVI UPISA U SLIJEDEĆI SEMESTAR.....	20
3.4. USLOVI IZBORA PREDMETA SA DRUGIH STUDIJSKIH PROGRAMA.....	20
3.5. NAČIN DOKUMENTOVANJA 30 ECTS KREDITA PRAKTIČNE NASTAVE.....	20
3.6. INFORMACIJE O NAČINU ZAVRŠETKA STUDIJA .....	21
4. OPIS SVAKOG PREDMETA NA STUDIJU .....	22

# 1. UVOD

## 1.1. INSTITUCIJA KOJA PREDLAŽE STUDIJSKI PROGRAM

### Naziv i adresa visokoškolske ustanove

<b>Naziv visokoškolske ustanove</b>	Univerzitet u Sarajevu - Prirodno-matematički fakultet
<b>Adresa</b>	Zmaja od Bosne 33-35, 71000 Sarajevo
<b>Telefon i fax</b>	+387 (0)33 723 723
<b>e-mail</b>	pmf@pmf.unsa.ba
<b>Web-adresa</b>	www.pmf.unsa.ba
<b>Odgovorna osoba</b>	Prof.dr Nusret Drešković - Dekan
<b>Kontakt podaci nadležnog lica</b>	+387 (0)33 723 723

### Osnivanje i razvoj Prirodno-matematičkog fakulteta

Značajna etapa u razvoju prosvjete, nauke i kulture u Bosni i Hercegovini vezana je za osnivanje Univerziteta u Sarajevu 02. 12. 1949. godine, u čiji sastav su ušli već postojeći Viša pedagoška škola (1946), Medicinski fakultet (1947), Pravni fakultet (1947), Poljoprivredno-prehrambeni fakultet (1948) i Tehnički fakultet, sa građevinskim i arhitektonskim odsjekom (1949). Naredne godine, uredbom Vlade Bosne i Hercegovine od 14. 02. 1950. godine, osniva se Filozofski fakultet sa dva odsjeka: Filozofski odsjek i Odsjek prirodno i matematičkih nauka.

Od 1960. godine, odlukom Narodne Republike Bosne i Hercegovine (Službeni list broj 50/60) Prirodno-matematički fakultet je izdvojen iz okvira Filozofskog fakulteta i postao samostalna naučno-nastavna ustanova, koja objedinjava prirodne i matematičke nauke u čijem sastavu se nalaze naučno-nastavni odsjeci za: biologiju, fiziku, geografiju, hemiju i matematiku. Svaki nastavno-naučni odsjek predstavlja zaokruženu nastavnu i naučnu cjelinu, koja se sastoji iz nastavno-naučnih katedara i naučno-istraživačkih centara.

Nakon osamostaljenja (1960.), razvoj Fakulteta bio je permanentno obilježen pozicioniranjem matičnosti prirodnih i matematičkih nauka na Univerzitetu u Sarajevu i sveukupnom sistemu obrazovanja i nauke u Bosni i Hercegovini. Nastavni planovi i programi su, u tom cilju, prilagođavani u statutima koji su stupali na snagu od 1966. god. do 1992.god.

Na Prirodno-matematičkom fakultetu 1992. godine bila su zaposlena 234 radnika, od toga 26 magistara nauka u punom radnom odnosu na neodređeno vrijeme; 79 doktora nauka u punom radnom odnosu na neodređeno vrijeme; i 3 doktora nauka u nepunom radnom odnosu na neodređeno vrijeme.

Fakultet je smješten u dvije zgrade i imao je 76 laboratorija. Od toga manji broj laboratorija isključivo je služio za naučno-istraživački rad. Bile su skromno opremljene. Oprema je bila dotrajala ili jednostavno nije zadovoljavala tadašnje svjetske standarde. Proglašenjem ratnog stanja i nastupanjem ratnih dejstava nastupilo je naglo reduciranje broja zaposlenih, tako da je u junu, odnosno julu 1992. godine, na radnoj obavezi bilo 115 radnika, od toga nastavnika 49, asistenata 23 i ostalih 43 zaposlena. Iako se teška kadrovska situacija Fakulteta naročito ispoljila s početkom rata, ipak sa 50 doktora nauka i 13 magistara ostalih na Fakultetu i 30-tak naučnih radnika ovih oblasti na ostalim institucijama u gradu,

Fakultet je uspio ne samo da održi kontinuitet vlastitog rada, nego i da bude oslonac značajnom dijelu Univerziteta, time što su njegovi nastavnici i saradnici preuzeli izvođenje nastave iz odgovarajućih predmeta na drugim fakultetima Univerziteta u Sarajevu.

Danas je Prirodno-matematički fakultet respektabilna visokoškolska ustanova, ne samo na Univerzitetu u Sarajevu, već i u cijeloj Bosni i Hercegovini. Rezultati nastavno-naučnog kadra Fakulteta iz oblasti naučno-nastavnog i naučno-istraživačkog rada prepoznatljivi su i van granica države Bosne i Hercegovine. Prirodno-matematičke oblasti i nauke su matične na brojnim organizacionim jedinicama Univerziteta u Sarajevu, kao i drugim fakultetima širom Bosne i Hercegovine. Pored toga Fakultet vodi uspješnu saradnju i sa drugim univerzitetima izvan Bosne i Hercegovine. Do danas su istraživači Fakulteta publicirali na stotine naučnih publikacija među kojima su i one objavljene u svjetskim elitnim časopisima iz odgovarajućih oblasti. Razvijena je relativno bogata izdavačka djelatnost u okviru koje je objavljeno desetine knjiga, udžbenika i priručnika.

Prirodno-matematički fakultet je ušao u realizaciju Bolonjskog procesa 2005. godine. Postojeći nastavni plan i program sadržajno je izmijenjen u odnosu na dotadašnji nastavni plan i nastavni program. Na odsjecima su uvedeni novi smjerovi, koji su studij na Prirodno-matematičkom fakultetu učinili veoma atraktivnim. Na Prirodno-matematičkom fakultetu se trenutno realizuje nastavni proces kroz 18 studijskih programa I ciklusa studija, 17 studijskih programa II ciklusa studija i 6 studijskih programa III ciklusa studija.

#### **Organizacija Fakulteta**

Nastavno-naučni proces na Prirodno-matematičkom fakultetu organiziran je kroz pet odsjeka:

- Odsjek za biologiju
- Odsjek za fiziku
- Odsjek za geografiju
- Odsjek za hemiju
- Odsjek za matematiku

U okviru odsjeka postoje slijedeće katedre, instituti, kabineti i centri

#### **Odsjek za biologiju:**

- Katedra za opću biologiju
- Katedra za biosistematiku
- Katedra za biohemiju i fiziologiju
- Katedra za ekologiju i zaštitu životne sredine
- Kabinet za metodiku nastave biologije
- Biološki institut
- Centar za ihtiologiju i ribarstvo
- Centar za ekologiju i prirodne resurse

#### **Odsjek za fiziku:**

- Katedra za opštu fiziku
- Katedra za fiziku visokih energija
- Katedra za fiziku kondenzovane materije
- Katedra za atomsku, molekularnu i optičku fiziku
- Kabinet za metodiku nastave fizike
- Centar za primijenjenu fiziku
- Računski centar

#### **Odsjek za geografiju:**

- Katedra za fizičku geografiju
- Katedra za društvenu geografiju
- Katedra za regionalnu geografiju
- Katedra za geologiju
- Kabinet za metodiku nastave geografije
- Institut za regionalno i prostorno planiranje
- GIS centar

#### Odsjek za hemiju:

- Katedra za opštu i anorgansku hemiju
- Katedra za organsku hemiju i biohemiju
- Katedra za fizičku hemiju
- Katedra za analitičku hemiju
- Kabinet za hemijsku tehnologiju
- Kabinet za radiohemiju
- Kabinet za metodiku nastave hemije
- Hemijski institut
- Centar za primijenjena istraživanja u hemiji

#### Odsjek za matematiku

- Katedra za algebru i geometriju
- Katedra za analizu
- Katedra za vjerovatnoću i statistiku
- Katedra za numeričku i primijenjenu matematiku
- Katedra za teorijsku računarsku nauku
- Kabinet za metodiku nastave matematike i informatike
- Institut za primijenjenu matematiku i informatiku
- Računarski centar

#### Administrativno-stručni poslovi vezani za djelatnost Fakulteta odvijaju se putem slijedećih službi:

- Služba pravnih, upravnih i opštih poslova
- Služba finansija i računovodstva
- Studentska služba
- Služba biblioteke
- Služba obezmjeđenja i odžavanja

#### Misija Fakulteta

Provodeći naučna istraživanja od interesa za BiH, te na njima zasnovano obrazovanje kroz sva tri ciklusa studija, Fakultet stvara visoko kvalifikovane i cijenjene stručnjake sposobne da odgovore zahtjevima dinamičnog okruženja i potrebama održivog razvoja zajednice u kojoj djeluje.

Kroz studijske programe i saradnju sa privredom, mobilnost unutar međunarodne akademske zajednice, te dodatne vannastavne aktivnosti Fakultet studentima omogućava profesionalni razvoj s ciljem uspješnog zapošljavanja. Također, brine se za razvoj kadrovskog potencijala, stalni rast kvaliteta i unapređenje međunarodne konkurentnosti nastavne i naučne djelatnosti.

Razvijanje vještina učenja kao i opštih stručnih kompetencija, koje omogućavaju nastavak školovanja u smislu osposobljavanja za naučno-istraživački rad u specijalizovanim oblastima.

Misija Fakulteta je u skladu sa ciljevima programskog djelovanja. Periodično se preispituje usklađenost misije i ciljeva, vrednujući komplementarnost studijskih programa sa potrebama planiranja i razvoja lokalne i šire društvene zajednice.

### **Vizija Fakulteta**

Osnovni vizioni pravci Fakulteta su:

- Integracija u jedinstveni istraživački prostor Evrope i Evropski prostor visokog obrazovanja, obezbjeđenje konkurentnosti studijskih programa, uspostavljanje razmjene studenata i akademskog osoblja kroz zajedničke međunarodne studijske i istraživačke projekte;
- osmišljavanje društveno korisnih obrazovnih programa i realizacija zajedničkih projekata sa privredom koji će kroz naučno-istraživački rad podsticati stvaranje novih rješenja i ideja, te postati osloncem održivog razvoja BiH temeljenog na znanju i jačati prepoznatljivost PMF-a kao pouzdane i poželjne institucije u BiH i inostranstvu;
- omogućavanje upisa na evropske visokoškolske ustanove, u skladu sa reformom obrazovnog sistema sa preporukama iz Bolonjske deklaracije o visokom obrazovanju;
- promovisanje Sistema kvaliteta u visokom obrazovanju saradnjom sa visokoškolskim institucijama u regionu i Evropi, kao i razvojem zajedničkih studijskih programa i programa istraživanja u oblasti prirodnih i matematičkih nauka.

### **Politika kvaliteta Fakulteta**

Kvalitet je pojam koji se najčešće spominje u debatama o visokom obrazovanju u zadnjem desetljeću. Osiguranje kvaliteta, unapređenje procesa obrazovanja i istraživanja, te ishoda učenja je preliminarna obaveza obrazovnih i naučno-istraživačkih institucija. Pojam kvaliteta direktno zavisi od onih koji koriste taj termin, kao i od okolnosti u kojima se koristi. Kvalitet je dinamična kategorija koja se mijenja od jedne do druge generacije i veza je između visokog obrazovanja i društva u kretanju. U tom kontekstu u sektoru visokog obrazovanja dešavaju se duboke promjene, glede novih sadržaja, studijskih programa i istraživačkih aktivnosti. Povećava se opseg rada nastavnika i studenata, raste broj visokoškolskih institucija, povećava se broj studenata. S druge strane smanjuju se resursi, povećavaju se zahtjevi za odgovornošću, raste interes države da zaštiti uloženo, kao i globalna briga za kvalitet i standarde. Istovremeno se javlja problem povjerenja u sposobnost akademske zajednice da kritički ocijeni vlastite aktivnosti.

Visokoškolske ustanove suočene su s potrebom da opravdaju, s jedne strane povjerenju im autonomiju, a s druge strane javna sredstva koja primaju. U skladu sa članom 11. Svjetske deklaracije o visokom obrazovanju za 21. stoljeće traži se da obrazovna usluga zadovoljava potrebu, zahtjeve ili želje klijenata. Studenti, akademska zajednica, vlada i društvo u cjelini su klijenti ili korisnici visokog obrazovanja, a jedan od najvažnijih mehanizama za osiguranje kvaliteta je akreditacija. Kvalitet u visokom obrazovanju je multidisciplinarni koncept koji obuhvata sve njegove funkcije i aktivnosti: prenošenje znanja, akademske programe, istraživanja, osoblje, studente, prostor, opremu, akademsko okruženje, usluge i zajednicu.

Osiguranje kvaliteta je ključni element reforme visokog obrazovanja i predstavlja uslov za stvaranje Evropskog prostora visokog obrazovanja. Njegovo kreiranje i funkcionisanje moguće je uz izgrađeni sistem osiguranja kvaliteta, koji će omogućiti uporedivost visokoškolskih ustanova i njihovih programa, te otvoriti mogućnost priznavanja kvalifikacija bez obzira gdje su stečene. Primarna odgovornost za osiguranje kvaliteta u visokom obrazovanju leži na svakoj pojedinačnoj instituciji,

koja je također odgovorna za kvalitet obrazovanja koji pruža studentima. Tako osiguranje kvaliteta postaje briga svih sudionika u procesu visokog obrazovanja, ali i više od toga, kontinuirano poboljšanje kvaliteta zahtijeva profesionalni sistem izgrađenih mehanizama i procesa. Ti mehanizmi uključuju i razvoj kulture kvaliteta, što podrazumijeva promjenu stavova i ponašanja svih sudionika uključenih u rad visokoškolskih ustanova, aktivno djelovanje na poboljšanju svih segmenata rada institucije i njenog kreativnog i inovativnog potencijala.

Kvalitet je u direktnoj vezi sa njegovim korisnicima. Za studente i profesore to je proces obrazovanja, dok je za finansijere prioritetan rezultat visokog obrazovanja. Kategorizacija koncepta kvaliteta u visokom obrazovanju uključuje slijedeće:

1. Kvalitet kao prag, čije definisanje za kvalitet znači postavljanje određenih normi, kriterija, odnosno standarda. Bilo koji program, fakultet ili institucija, koji zadovolje norme ili kriterije proglašava se kvalitetnim. Prednost ovog koncepta je objektivnost i mogućnost certifikacije, što se postiže definisanjem praga. Takav pristup međutim dovodi do uniformnosti obrazovnog sistema, što se negativno odražava ako se prihvati princip: *Čini samo ono što je dovoljno da se dostigne i prihvati minimum.*
2. Kvalitet kao ispunjenje postavljenog cilja, gdje se zahtijeva da obrazovna usluga zadovoljava potrebe, zahtjeve i želje korisnika, a kvalitet se mjeri prema stepenu dostignutosti tih ciljeva. Korisnici mogu imati različite poglede i na svrhu i na postavljene ciljeve. Prednost ovog koncepta je okrenutost prema korisniku, a kao slabost se može navesti raznolikost iskazanih potreba, kao i njihova relevantnost.
3. Kvalitet kao uspostavljena spirala uspona u poboljšanju. Ovaj koncept naglašava nastojanje kontinuiranog poboljšanja pokazatelja kvaliteta, a temelji se na mišljenju da je kvalitet od suštinske važnosti za akademski duh i da članovi akademske zajednice sami najbolje znaju šta je kvalitet u obrazovanju i nauci. Nedostatak ovog koncepta je u tome što je teško izmjeriti poboljšanje, te što dokazi o postojanju poboljšanja često nisu jasni i odmah uočljivi.

Poimanje kvaliteta i temeljne postavke pojedinih koncepata se miješaju, isprepliću i mijenjaju zbog stalnih promjena u okruženju u kojem djeluju visokoškolske institucije, kao i zbog povećanja nivoa znanja u okviru obrazovnih sistema i institucija. Menadžment PMF-a je u namjeri da postupno razvija vlastiti koncept kvaliteta i modele evaluacije i upravljanja kvalitetom u skladu sa preporukama Agencije za razvoj visokog obrazovanja i osiguranje kvaliteta, koji su vidljivi u dokumentu „Minimalni standardi i normativi u visokom obrazovanju u BiH”, zatim sa Evropskim standardima za unutrašnje i vanjsko osiguranje kvaliteta u visokom obrazovanju. Na toj liniji Menadžment donosi Deklaraciju o kvalitetu kao javni dokument, u kome se obraća korisnicima obećavajućim stavovima vezanim za građenje Sistema kvaliteta, kao garancije ispunjenja misionih pravaca.

Menadžment Prirodno-matematičkog fakulteta će, stalnim poboljšanjem kvaliteta usluga, zadovoljavati zahtjeve korisnika i partnera. Aktivnosti kvaliteta će se sprovoditi kroz sve organizacione nivoe, na osnovu dokumentacije kvaliteta. Izgradnjom Sistema kvaliteta, definisanisanjem dokumentacije i njenom inplementacijom Menadžment će primati i analizirati ostvarene parametre kvaliteta, kao i mehanizme za pronalaženje novih rješenja. Menadžment garantuje obezbjeđenje kvaliteta u uskoj saradnji sa državnim Institucijama i Partnerima u projektovanju novih obrazovnih sadržaja i naučno-istraživačkih projekata. Glavne odrednice ove politike kvaliteta su:



1. savremeni obrazovni sadržaji po pristupačnim uslovima;
2. identifikacija i razumijevanje tekućih i budućih potreba korisnika;
3. obezbjeđenje kvaliteta razvojem svijesti o kvalitetu na svim nivoima;
4. unapređenjem i razvojem obrazovnih sadržaja građenje povjerenja i povećanje broja korisnika usluga;
5. stvaranje uslova za povećanu efikasnost nastave promjenama u organizaciji;
6. razvijanje partnerskih odnosa sa institucijama vlasti i drugim visokoškolskim institucijama zbog mogućnosti upoređivanja rezultata;
7. kontinuirana i stručna edukacija zaposlenog osoblja putem seminara i učešća na međunarodnim skupovima o kvalitetu;
8. zastupanje i jačanje ideje evropske unije u oblasti obrazovanja;
9. unapređivanje sistem upravljanja kvalitetom usluga u skladu sa zahtjevima korisnika i međunarodnih standarda;
10. planiranje kvaliteta sa koncipiranjem i projektovanjem novih obrazovnih sadržaja.

Kod ozbiljnih poteškoća u ostvarenju planiranih nivoa karakteristika kvaliteta usluge obrazovanja i istraživanja, koje bi mogle da izazovu potrebu za opozivom odgovornih, Menadžment će uključiti nadležne organe upravljanja.

Ciljevi kvaliteta su:

- poboljšati postojeći renome i povećati broj korisnika naših usluga;
- unapređivati postojeći nivo karakteristika kvaliteta usluga;
- pojačati uticaj na zakonodavnu i izvršnu vlast u cilju ispunjavanja obaveza;
- osposobljavati nastavno i stručno osoblje Fakulteta za pružanje usluga, uz poštivanje preporuka Svjetske deklaracije o visokom obrazovanju.

### **Resursi Fakulteta**

PROSTOR	Broj prostornih jedinica	Površina (m <sup>2</sup> )
Amfiteatri	3	542,27
Učionice/predavaonice	19	1.042,48
Laboratorije/radionice	73	3.040,97
Kancelarijski prostor	148	2.518,35
Biblioteka	14	440,64
Čitaonice	4	187,76
Ostali sadržaji	273	6.471,98

### **1.2 RAZLOZI ZA POKRETANJE STUDIJA**

ECOBIAS ima za cilj da razvije i unaprijedi znanje/vještine/tehničke resurse institucija visokog obrazovanja u partnerskim zemljama u ekološkom monitoringu i biološkoj procjeni slatkovodnih resursa u skladu sa nacionalnom i EU politikom.

Specifični ciljevi projekta su:

- Razvoj i implementacija naprednog master kurikuluma u Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB) na institucijama visokog obrazovanja u zemljama Zapadnog Balkana a u skladu sa bolonjskim i nacionalnim standardima za akreditaciju;

- Razvoj i implementacija kurseva cjeloživotnog učenja za sektor monitoringa okoliša u skladu sa EU Okvirnom Direktivom o vodama (OVD) na institucijama visokog obrazovanja u zemljama Zapadnog Balkana;
- Opremanje sedam laboratorija za Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB) u institucijama visokog obrazovanja u zemljama Zapadnog Balkana;
- Razvoj regionalne akademske ECOBIAS mreže radi organizacije i promocije regionalne saradnje u oblasti Ekološkog monitoringa i biološke procjene akvatičnih ekosistema.

Studenti na institucijama visokog obrazovanja u partnerskim zemljama će imati veće šanse za dobivanje posla nakon sticanja diplome, ili nakon dobivanja sertifikata u okviru EMAB programa cjeloživotnog učenja, jer postoji očigledna potreba za stručnjacima u oblasti EMAB u partnerskim zemljama. Kako navode Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva (Agencija za upravljanje slivom rijeke Save; Agencija za upravljanje slivom Jadranskog mora), Strategija upravljanja vodama u F BiH, te Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede RS i „Strategija za integralno upravljanje vodama u Republici Srpskoj do 2024“, kao i Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja, i „Strategija upravljanja vodama Crne Gore“, harmonizacija nacionalnog ekološkog monitoringa i sistema biološke procjene kvaliteta površinskih voda predstavlja nacionalne prioritete u oblasti upravljanja vodama. Ovo podrazumijeva porast potreba za stručnjacima u oblasti EMAB u zemljama Zapadnog Balkana.

Nakon opremanja laboratorija i sticanja/dijeljenja znanja/vještina/praksi u oblasti EMAB, nastavno i tehničko osoblje u oblasti EMAB u partnerskim zemljama će proširiti mogućnosti za saradnjom sa drugim institucijama visokog obrazovanja i zainteresiranim stranama u regionu Zapadnog Balkana. Ova saradnja će rezultirati pripremom prijedloga projekata za druge EU grantove i objavljivanje naučnih radova. Komparativna analiza postojećih podataka o vodenim resursima u zemljama Zapadnog Balkana ukazuje na nedostatak pouzdanih podataka što ometa procjenu postojećeg i budućeg stanja vodenih resursa. Takođe, ova analiza ukazuje i na visoku senzitivnost i ranjivost vodenih resursa u regionu zapadnog Balkana, kao i na nedostatak koordiniranog upravljanja vodama. Prema tome, ova atraktivna ekološka i naučna problematika predstavlja goruće pitanje u oblasti okoliša podesno za razvoj buduće saradnje i pisanje prijedloga projekata.

Opremanje laboratorija je obavljeno uzimajući u obzir listu kurseva koji se razvijaju kao i listu postojeće opreme na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Laboratorije su opremljene sa opremom koja je dovoljna za efikasan ekološki monitoring i biološku procjenu slatkovodnih ekosistema.

U okviru projekta je razvijeno 15 MSc kurseva, koji pokrivaju sva polja ekološkog monitoringa i biološke procjene: monitoring makrofita, makroinvertebrata, algi, riba, priobalnih staništa, hidromorfologiju, slatkovodnu mikrobiologiju, ekotoksikologiju, EU legislativu u konzervaciji i upravljanju slatkim vodama, GIS i daljinska istraživanja, kao i napredne tehnike i pristupe obradi podataka, te laboratorijski i terenski rad.

Materijali za učenje i terenski protokoli su pripremljeni od strane programskih zemalja i prevedeni na službene jezike u Bosni i Hercegovini od strane eksperata iz partnerskih zemalja. Napisane udžbenike su recenzirali nezavisni eksperti. Materijali za učenje će biti publicirani on-line kako bi takođe bili pristupačni i studentima i nastavnicima iz drugih institucija visokog obrazovanja iz zemalja Zapadnog Balkana.

### **1.3 PROCJENA ZNAČAJA STUDIJA S OBZIROM NA POTREBE TRŽIŠTA RADA U JAVNOM I PRIVATNOM SEKTORU**

Okvirna direktiva o vodama EU zahtijeva korištenje različitih multimeričkih sistema procjene kvaliteta vode. EU je financirala mnoge projekte kojima je glavni cilj bio razviti okvir za budući evropski sistem procjene kvaliteta voda koji se temelji na algama, bentoskim makroinvertebratima, vodenim makrofitima i ribama koji su imali izlaz u multimetrijskim indeksima (AQEM. 2002; Fame Consortium, 2004 .; 2009; Schmutz & Sendzimir, 2018).

Okvirna direktiva o vodama (OVD) povezana je s nizom drugih direktiva EU-a. To uključuje direktive koje se odnose na zaštitu biološke raznolikosti (Direktive o pticama i staništima), direktive koje se odnose na specifične namjene voda (direktive o pitkoj vodi, kupalištima i gradskim otpadnim vodama) i direktive koje se tiču regulacije aktivnosti poduzetih u okolišu (industrijska Smjernice o procjeni utjecaja na okoliš). Razvoj sistema ekološke ocjene i klasifikacije nije jednostavno pitanje, već je jedan od najvažnijih i tehnički najzahtjevnijih dijelova provedbe Okvirne direktive o vodama. Izgradnja kapaciteta u području visokog obrazovanja - zajednički projekti Razvoj master kurikuluma u ekološkom praćenju i procjeni vodene bioanalize za visokoškolske ustanove zapadnog Balkana / ECOBIAS

Dodatne vještine i znanja neophodne su za uspješno ekološko praćenje i bioprocjenu, što se uglavnom odnosi na vještine obrade podataka i administrativne poslove povezane s EU i nacionalnim zakonodavstvom i politikom kvaliteta vode i očuvanju slatkovodnih ekosistema.

Prema Okvirnoj direktivi o vodama (ODV), ne samo visoko industrijalizirane, već i zemlje u razvoju dužne su zaštititi i obnoviti sve svoje vodene ekosisteme kako bi njihova vodna tijela (jezera, rijeke i tijela podzemnih voda, prijelazne i obalne vode) da bude u dobrom ekološkom stanju najkasnije do 2027. godine.

Studij "Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)" usmjerava i ubrzava procese izgradnje kapaciteta za uspješno praćenje stanja slatkovodnih ekosistema i biološke procjene, posebno u zemljama u razvoju gdje su postojeći kapaciteti tehnički i ljudski graničeni. Sve institucije koje rade na području praćenja i bioprocjene slatkovodnih voda trebale bi osigurati optimalan broj zaposlenika koji imaju odgovarajuće vještine kako bi se olakšao prijenos analize znanstvenih podataka široj javnosti. Biomonitoring slatkovodnih ekosistema mora se temeljiti na znanstvenim podacima i razumijevanju slatkovodnih ekosistema i njihovih glavnih komponenti, hidroloških i ekoloških procesa.

Modernizacija master programa u zemljama regije i unapređenje obrazovanje budućih stručnjaka, sa specifičnim vještinama u praćenju kvaliteta slatkovodnih ekosistema i bioprocjeni, što je presudan korak u kreiranju različitih profila na tržištu rada u Bosni i Hercegovini. Dostupnost svih potrebnih profila u području slatkovodnog biomonitoringa i ekološkog inženjerstva omogućit će učinkovito praćenje u skladu s Okvirnom direktivom o vodama u budućnosti.

Kroz projekat analizirana je potreba tržišta rada u ekološkom praćenju i bioprocjeni slatkih voda u partnerskim zemljama i Bosni i Hercegovini, kako bi se procijenio optimalan godišnji broj studenata ECOBIAS master studija, rezultati studije na: [https://www.ecobiaserasmus.com/wp-content/uploads/2020/06/ECOBIAS\\_TASK-1\\_4-REPORT.pdf](https://www.ecobiaserasmus.com/wp-content/uploads/2020/06/ECOBIAS_TASK-1_4-REPORT.pdf)

#### **1.4 USKLAĐENOSTI S MISIJOM UNIVERZITETA I STRATEGIJOM PREDLAGAČA STUDIJSKOGA PROGRAMA KAO I SA AKTUELNIM STRATEŠKIM DOKUMENTOM UNIVERZITETA**

Univerzitet u Sarajevu kroz svoju misiju, između ostalog, ističe da „UNSA kreira inspirativno, inkluzivno i atraktivno okruženje za učenje, poučavanje, istraživanje i umjetnički rad, što omogućava da studenti, istraživači i nastavnici i ostali akteri kritički promišljaju i shvataju dinamiku globalnih i lokalnih društveno-ekonomskih, tehničko-tehnoloških i političkih procesa te održiva i inovativna rješenja za unapređenje kvaliteta života za sve.” **Studenti će upravo kroz ovaj studijski program steći znanja, vještine i kompetencije koje će im omogućiti da doprinesu unapređenju kvaliteta života u našem društvu prije svega sa aspekta zaštite okoliša i prirode.**

Pored toga, predloženi studijski program je prema njegovoj strukturi, ciljevima i ishodima usklađen sa Strategijom razvoja Univerziteta u Sarajevu za period 2019-2023 kroz strateške ciljeve u domenu nastave (N1 *Promocija i podrška izvrsnosti u nastavnom procesu*; operativni cilj N1.1 *Jačanje kompetencija kroz funkcionalne studijske programa*) i u domenu internacionalizacije (M1 *Institucionalizacija procesa internacionalizacije na UNSA*; operativni cilj M1.1 *Jačanje sposobnosti organizacijskih jedinica, nastavnika, administracije i studenata da osmisle i implementiraju proces internacionalizacije*), obzirom da se radi o studijskom programu koji se kreira i razvija kroz međunarodnu saradnju podržanu u okviru ERASMUS + projekta.

#### **1.5 USPOREDIVOST STUDIJSKOGA PROGRAMA S PROGRAMIMA AKREDITIRANIH SRODNIH STUDIJSKIH PROGRAMA U BOSNI I HERCEGOVINI I ZEMLJAMA EUROPSKE UNIJE**

Netaknuti vodeni ekosustavi preduslov su održivog razvoja. Da bi se pouzdano procijenilo ekološko stanje slatkovodnih ekosistema, važni su postupci bioprocjene i kontinuirano prikupljanje podataka kroz biomonitoring. Procjene ekološkog stanja su pravno obvezujuće i dio su Evropske okvirne direktive o vodama (WFD, 2000/60 / EC) i uspostavljene su u svim državama članicama EU. Stoga su potrebni profesionalci u području ekološkog biomonitoringa koji su također upoznati sa novim metodama poput bio-procjene na temelju DNA. Kroz projekat su identificirani postojeći univerzitetski nastavni programi relevantan za Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB) na razini master studija u programskim zemljama (PgC) (Njemačka, Srbija i Hrvatska) i partnerskim zemljama (PC) (Crna Gora i Bosni i Hercegovini). Pored tradicionalnih pristupa u ocjenjivanju kvaliteta vode, analizirani su i predloženi moduli koji obuhvataju najsavremenije molekularno-genetičke metode.

Modernizacija master programa u zemljama Balkana, a samim tim i obrazovanje budućih stručnjaka važan je korak u smjeru učinkovitog praćenja i obnove ključnih slatkovodnih tijela u Bosni i Hercegovini prema ODV-u. Analiza postojećih kurikuluma otkriva da, iako malo univerziteta u PgC-u, PC sistematično podučavaju i obučavaju kadar za metode utemeljene na DNK ekološkomonitoringu, postoje mnogi moduli sa sadržajem koji se odnosi na EMAB koristeći morfotaksonomske pristupe. Također, na području ekotoksikologije predaju se mnogi progresivni moduli kao i moduli iz remedijacijske ekologije. Zemlje Balkana mogu iskoristiti iskustvauspostavljenih master programa/modula koji rade u europskim zemljama.

U smislu strukture i fokusa studija EMAB program usporediv je sa studijem Biologije, Smjera ekologija na Odsjeku za biologiju Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Pojedinačni moduli vezani za upravljanje vodama i ekologiju vodenih ekosistema postoje na Univerzitetima kroz nastavne programe: Univerzitet u Tuzli studij Primjenjene biologije [http://pmf.untz.ba/wp-content/uploads/2017/04/Primijenjena biologija.pdf](http://pmf.untz.ba/wp-content/uploads/2017/04/Primijenjena_biologija.pdf); Univerzitet u Bihaću studijski program Zaštita

okoliša [https://btf.unbi.ba/?page\\_id=1122](https://btf.unbi.ba/?page_id=1122); Univerzitet u Banjoj Luci studijski program Ekologija i zaštita okoliša <https://pmf.unibl.org/wp-content/uploads/2019/05/2-ciklus-ekologija-zivotinja.pdf>.

Pored navedenih modula u zemljama regije i Bosni i Hercegovini, u EU, npr. Njemačka, zastupljeni su nastavni moduli kompatibilni sa predloženim modulima nastavnog plana i programa EMAB koji se planira uvesti na Univerzitetu u Sarajevu, tabela 2. (<https://www.ecobiaserasmus.com/wp-content/uploads/2020/04/ECOBIAAS-REPORT-CURRICULA.pdf>). Također u zemljama EU postoje razvijeni master studijski programi iz ekologije i ekološkog monitoringa, te biomonitoringa voda, samo u Njemačkoj 35 master programa, npr. Univerzitet u Duisburgu- Essen ima master programe: Environmental Toxicology (EnviTox) <https://www.uni-due.de/studienangebote/studiengang.php?id=40>; Transnational ecosystem-based Water Management <https://www.uni-due.de/studienangebote/studiengang.php?id=103>; University of Stuttgart nudi master program: Water Resources Engineering and Management (WAREM) <https://www.warem.uni-stuttgart.de/>.

Cilj ECOBIAS projekta je razvoj stručnog kadra iz oblasti ekološkog monitoringa i bioindikacije akvatičnih ekosistema, kao i jačanje kapaciteta i umrežavanje visokoškolskih ustanova sa ciljem zajedničke prekogranične saradnje i apliciranja za projekte EU. Uspostavljanjem jedinstvenog metodološkog okvira u biomonitoringu kopnenih voda u regionu Zapadnog Balkana stiču se neophodni uslovi za zajedničku intrkalibraciju metoda procjene ekološkog statusa u sklopu Istočno-kontinentalne interkalibracione grupe.

<https://www.ecobiaserasmus.com/wp1-preparation-uni/>

## **1.6. MOBILNOST STUDENATA**

ECOBIAS regionalna akademska mreže i internet platforme je kreirana budući da trenutno ne postoji saradnja i partnerstvo među ekspertima u oblasti EMAB u zemljama Zapadnog Balkana.

ECOBIAS-NET platforma će omogućiti korisnicima povezivanje i saradnju; pretraživanje eksperata u određenoj oblasti EMAB; efikasno kreiranje prijedloga projekata; dijeljenje publikacija i rezultata; postavljanje pitanja, dobivanje odgovora, i rješavanje istraživačkih problema; dijeljenje novosti o trenutnim projektima; obavještanje o novostima i istraživanjima u oblasti EMAB u regionu Zapadnog Balkana; informisanje studenta o: mogućnostima za studiranje u oblasti EMAB u regionu Zapadnog Balkana; teme MSc i PhD teza relevantne za zainteresirane strane; mogućnosti za projekte/finansiranje za MSc i PhD teze u oblasti EMAB.

## **1.7. POVEZANOST SA LOKALNOM ZAJEDNICOM**

Jedan od strateških ciljeva Prirodno-matematičkog fakulteta u Sarajevu je izgradnja prepoznatljivog identiteta u regionalnom, nacionalnom i europskom kontekstu, te suradnja i partnerski odnos sa jedinicama lokalne i državne uprave te državnim ustanovama. Stoga Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu ispoljava otvorenost prema javnosti, građanima i lokalnoj zajednici, promovira poštivanje i afirmaciju ljudskih prava te razvija osjećaj društvene odgovornosti studenata, kademskog osoblja i drugih zaposlenika.

Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu ostvaruje vrlo uspješnu saradnju sa lokalnom zajednicom odnosno Kantonom Sarajevo i općinom Novo Sarajevo, koje su prepoznale značaj saradnje i implementacije znanja pri rješavanju problematike u području prirodnih nauka, a što je rezultiralo zajedničkim istraživačkim projektima.

## 1.8 USKLAĐENOST SA ZAHTJEVIMA STRUKOVNIH UDRUŽENJA

Pri osmišljavanju programa uzimao se u obzir izvor Tuning Educational Structures in Europe(<http://www.unideusto.org/tuningeu/>), osobito dio koji se odnosi na opće kompetencije(<http://www.unideusto.org/tuningeu/competences/generic.html>) te specifične kompetencije u području biologije.

Svrha studija jest osposobljavanje polaznika za samostalni istraživački rad i za ostale poslove za koje se zahtijeva naučni pristup: vođenje fundamentalnih i primijenjenih istraživanja na visokom nivou u skladu s međunarodnim standardima. Ishodi učenja na nivou ovog studijskoga programa su definisani u skladu sa potrebama strukovnih udruženja i tržišta rada. Stoga ovaj master studij može biti koristan i zaposlodavce kao i članove raznih strukovnihudruženja i ostalih zainteresiranih grupacija u privatnom i javnom sektoru koji imaju u cilju usavršavanjasvojih zaposlenika i članova u oblasti ekološkog monitoringa. Uključivanjem polaznika iz privrede na ovaj master program omogućuje se i postepeno organizovanje istraživačkih i razvojnih jedinica u privredi.

## 1.9 MOGUĆI PARTNERI IZVAN VISOKOŠKOLSKOG SISTEMA

### 1. Nadležna državna, entiteska i kantonalna ministarstva i tijela

Ovdje spadaju: Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine, Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Republike Srpske, Federalno ministarstvo okoliša i turizma, Odjeljenje za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu Brčko Distrikta.

Ljudski resursi u federalnom i kantonalnim ministarstvima sektora voda, kao i u okvirimapratećih stručnih institucija, nedostatni su za zadovoljenje svih potrebnih zadataka. Ilustrativan primjer je stupanj popunjenosti kantonalnih ministarstava gdje je odnostrenutačno uposlenih kadrova spram potrebno planiranih - 53%, te se može zaključiti dapostoji problem nedostatka kadrova po resornim kantonalnim ministarstvima, nadležnim zavode, koji trebaju da obavljaju postavljene zadatke sukladno propisima. Ni u stručnim institucijama taj odnos nije puno bolji, što ukazuje na sliku nedostatnosti potrebnih ljudskih potencijala. Kadrovska struktura ljudskih resursa ukazuje na neodgovarajuću zastupljenost određenih stručnjaka. Ovo se posebno odnosi na kantonalna ministarstva pred koja će se ubudućem vremenu stavljati sve složeniji zahtjevi obzirom da je razvitak kadrova na mjesnojrazini osnova uspješnog upravljanja vodama. Treba znati da proces prilagodbe domaće zakonodavstva i institucionalnog ustrojstva organizaciji upravljanja vodama zemalja EU podrazumijeva drugačije kadrovske profile nego što je to sada slučaj. Evidentan je manjak kvalitetnih multidisciplinarnih stručnih kadrova, a ključna stvar održivog upravljanja vodama je stručno i obučeno osoblje po svim profesionalnim disciplinama potrebnim u procesima upravljanja vodama.

### 2. Institucije koje se bave ispitivanjem kvaliteta voda.

U Bosni i Hercegovini, postoji duga tradicija postojanja državnih organa i organizacija formiranih i zaduženih za potrebe brige o vodama. U Federaciji Bosne i Hercegovine Javno preduzeće za "Vodno područje slivova rijeke Save" Sarajevo je osnovano u skladu sa Zakonom o vodama Federacije Bosne i Hercegovine usvojenim 1998. godine ( Službene novine Federacije BiH broj 18/98). Iz samog naziva preduzeća vidljivo je da se nadležnost preduzeća odnosi na rijeke, odnosno vode na području FBiH koje uviru u rijeku Savu, odnosno koje pripadaju Crnomorskom slivu. Laboratorija za vode vrši analizu fizičko-hemijskih i bioloških elemenata kvaliteta voda u skladu sa odredbama Okvirne direktive o vodama.

Upravljanje vodama organizovano je po slivovskom principu , tako da sve rijeke i vode koje uviru u Jadransko more (Neretva, Cetina i dr.) pripadaju u nadležnost Agencije za vodno područje Jadranskog mora koja je osnovana u skladu sa Zakonu o vodama («Službene novine Federacije BiH» br. 70/06). u

Mostaru. Agencija svojom djelatnošću pokriva vodno područje slivova Jadranskog mora – slivovi rijeka Neretve, Cetine i Krke u granicama Federacije BiH. Djelatnost Agencije je propisana čl. 29, 155. i 156. Zakona o vodama među kojima su slijedeći poslovi: organiziranje, prikupljanje, upravljanje i distribucija podataka o vodnim resursima u skladu sa odredbama Zakona uključujući i uspostavu i održavanje informacijskog sistema voda; kao i organiziranje hidrološkog monitoringa i monitoringa kvalitete voda, monitoringa ekološkog stanja površinskih voda, te monitoringa podzemnih voda, priprema izvještaja o stanju voda i predlaganje potrebnih mjera. U okviru ovih agencija djeluju regionalni uredi.

U Republici Srpskoj postoje Agencija za vode oblasnog riječnog sliva Sava u Bijeljini i Agencija za vode oblasnog riječnog sliva Trebišnjice u Trebinju. U okviru ovih agencija djeluju regionalni uredi.

### 3. Laboratorije za ispitivanje kvaliteta voda

Laboratorije koje su ovlaštene su za ispitivanje sastava i kvaliteta otpadnih voda iz sistema javne odvodnje, tehnoloških voda i procjednih voda deponija. Na području FBiH trenutno ima 14 ovlaštenih laboratorija za ispitivanje voda.

### 4. Naučno-istraživačke institucije

Fakulteti: Prirodno-matematički, Instituti, zavodi,

### 5. Privredni subjekti i javne institucije

Pozicije u oblasti biologije, ekologije, zaštite okoliša

### 6. Službena kontrola

U okviru Federalne uprave za inspekcijske poslove djeluje Federalni vodni inspektorat. U Federalnom Ministarstvu Poljoprivrede Vodoprivrede i Šumarstva djeluje inspektorat vodoprivredne inspekcije. U okviru Kantonalne uprave za inspekcijske poslove djeluje Inspektorat sanitarne, zdravstvene i farmaceutске inspekcije i inspekcije za hranu

## 2. OPŠTI PODACI O STUDIJSKOM PROGRAMU

<b>NAZIV PROGRAMA:</b>	Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)
<b>TIP PROGRAMA:</b>	Akademski
<b>NIVO PROGRAMA:</b>	Drugi ciklus visokog obrazovanja
<b>CILJEVI PROGRAMA:</b>	<p>Osnovni ciljevi:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Osposobljavanje studenata za samostalan rad u oblasti ekološkog monitoringa i biološke procjene kvaliteta voda,</li><li>• Upoznavanje studenata sa temeljnim terminima, načelima i konceptima iz područja biomonitoringa,</li><li>• Upoznavanje studenata sa ekološkim principima u analizi odnosa između staništa i organizama koji ih nastanjuju.</li></ul> <p>Specifični ciljevi:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• unapređenje kompetencija studenata iz oblasti upravljanja vodenim resursima prema standardima Okvirne direktive o vodama,</li><li>• pružanje mogućnosti studentima da se upoznaju sa standardima iz oblasti upravljanja vodenim resursima,</li><li>• pružanje mogućnosti studentima da razviju temeljne vještine važne za laboratorijski rad iz struke zaštite okoliša,</li><li>• pružanje mogućnosti studentima da razviju temeljne vještine razumijevanja problema iz oblasti zaštite okoliša, te primjene alate za analizu i evaluaciju stanja ekosistema.</li></ul>
<b>NOSILAC PROGRAMA:</b>	Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za biologiju
<b>NAUČNA POLJA KOJIMA PRIPADA STUDIJSKI PROGRAM:</b>	Polje: Biološke nauke Naučna oblast: Ekologija
<b>ORGANIZACIJA STUDIJSKOG PROGRAMA:</b>	Nastavnonaučni proces organiziran je kroz predavanje, seminare i vježbe. Studenti pohađaju tri obavezna i dva izborna predmeta u prvom semestru studija, te dva izborna predmeta u drugom semestru. Svaki od predmeta je vrednovan sa 6 ECTS kredita. Na početku drugog semestra studenti biraju temu završnog rada koji je vrednovan sa 18 ECTS kredita.



<b>TRAJANJE STUDIJSKOG PROGRAMA:</b>	Predviđeno je da studijski program traje jednu godinu, tj. dva semestra. Za završetak studijskog programa potrebno je da student ostvari minimalno 60 ECTS kredita.
<b>JEZIK NA KOJEM SE IZVODI STUDIJSKI PROGRAM:</b>	bosanski/hrvatski/srpski jezik
<b>PRISTUP STUDIJSKOM PROGRAMU:</b>	Opća procedura upisa studenata je definirana pravilima upisa studenata na II ciklus studija koju propisuju Prirodno-matematički fakultet i Univerzitet u Sarajevu. Minimalni uslovi za upis je završen I ciklus studija sa 240 ECTS bodova. Rangiranje kandidata se vrši na osnovu prosjeka ocjena na I ciklusu studija i drugih kriterija utvrđenih konkursom.
<b>INFORMACIJE O KVALIFIKACIJI:</b>	Naziv kvalifikacije: Magistar biologije- ekološki monitoring Nivo kvalifikacije: Drugi ciklus visokog obrazovanja; nivo 7 u Osnovama nacionalnog kvalifikacijskog okvira. Uz stečenu diplomu o završenom II ciklusu studija, prilaže se dodatak diplomi koji sadrži informacije o kompetencijama, vještinama i osposobljenosti kandidata za rad u oblasti ekološkog monitoringa, te listu ispita koje je student položio s pripadajućim ECTS bodovima.
<b>ANALIZA MOGUĆNOSTI ZAPOŠLJAVANJA:</b>	Za potrebe pokretanja ovog studijskog programa izvršena je analiza tržišta rada kojom je obuhvaćeno ukupno 18 institucija koje se bave ekološkim monitoringom i biološkom procjenom voda u Bosni i Hercegovini, u cilju procjene broja potrebnih novih radnih mjesta. Institucije koje su obuhvaćene ovim istraživanjem iskazale su potrebu za kadrovima koji su osposobljeni za obavljanje slijedećih aktivnosti: <ul style="list-style-type: none"> <li>- monitoring akvatičnih makrofita,</li> <li>- monitoring makroinvertebrata,</li> <li>- mikrobiološki monitoring akvatičnih ekosistema,</li> <li>- monitoring i procjena ribljih populacija,</li> <li>- monitoring priobalnih staništa,</li> <li>- monitoring makroalgi i kriptogamne flore,</li> <li>- GIS i daljinska istraživanja,</li> <li>- ekološki inženjering i tehnologije zaštite voda,</li> <li>- obrada podataka,</li> <li>- administrativni poslovi povezani sa nacionalnom i EU legislativom i politikom u oblasti kvaliteta voda i konzervacije slatkovodnih ekosistema,</li> </ul>

- 
- pisanje prijedloga projekata,
  - molekularne metode za rutinski monitoring akvatičnih ekosistema.

Rezultati analiza mogućnosti zapošljavanja pokazuju da na tržištu rada postoje najveće potrebe za stručnjacima koji posjeduju znanja i vještine vezane za ekološki inženjering i tehnologije zaštite voda. Zatim slijede stručnjaci u oblasti administrativnih poslova koji su povezani sa nacionalnom i EU legislativom i politikom u oblasti kvaliteta voda i konzervacije slatkovodnih ekosistema, te pisanja prijedloga projekata, nakon čega slijede potrebe za stručnjacima u oblasti GIS-a i daljinskih istraživanja.

---

**PROHODNOST STUDIJA:**

EMAB studijski program je akademski program kompatibilan sa I ciklusima studija na Prirodno-matematičkom i fakultetima biotehničkih nauka kojima je obezbijeđeno 240 ECTS kredita. Studenti tokom studija mogu birati izborne predmete sa studijskih programa koji se realizuju u okviru projekta ECOBIAS, čime je obezbijeđena horizontalna prohodnost. Student koji uspješno okonča studijski program ima pravo pristupa na III ciklus studija Odsjeka za biologiju i srodnih naučnih disciplina u oblastima prirodnih i biotehničkih nauka.

---

**BODOVANJE I OCJENJIVANJE:**

Studenti se kontinuirano ocjenjuju tokom semestra. Pri tome se sve aktivnosti vrednuju određenim brojem bodova. Na većini predmeta, studenti mogu dobiti bodove izvodeći aktivnosti kao što su: zadaće, seminari, parcijalni ispiti i završni ispiti. Na početku akademske godine Vijeće fakulteta usvaja skalu bodovanja i kriterije ocjenjivanja za svaki pojedinačni predmet.

---

**OSIGURANJE KVALITETA:**

Osiguranje kvaliteta studijskog programa *Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda* bazirano je na evaluaciji rada nastavnika i asistenata kao i evaluaciji svakog pojedinačnog kursa. Evaluacija se provodi nakon svakog semestra, a studenti imaju mogućnost da iskažu svoje stavove o sadržaju predmeta, opterećenju na predmetu, kvalitetu izvođenja nastave i organizaciji ispita. Dobiveni rezultati se analiziraju te se nastavnicima dostavljaju izvještaji za svaki predmet pojedinačno. Na osnovu dobivenih rezultata nastavnici vrše potrebne korektivne radnje.

Proces prikupljanja i analize podataka, vrednovanje i

---

---

provođenje korektivnih mjera koordinira Odbor za osiguranje kvaliteta Prirodno-matematičkog fakulteta uz podršku Prodekana za međunarodnu saradnju i kvalitet.

---

### 3. OPIS STUDIJSKOG PROGRAMA

#### 3.1 ISHODI UČENJA NA NIVOU STUDIJSKOG PROGRAMA

Po završetku studijskog programa studenti će biti osposobljeni da:

- razumiju i obrazlažu temeljne termine, načela i koncepte iz područja biomonitoringa,
- razumiju pravnu osnovu EU legislative o vodama i kritički raspravljaju o pitanjima vezanim uz okolišne politike,
- razumiju glavne klase toksičnih tvari, uključujući zagađujuće tvari u vodenim tijelima i glavnim učincima toksičnih sredstava u vodenim organizmima,
- primjenjuju naučne i stručne metode u istraživanjima ekološkog statusa akvatičnih ekosistema,
- koriste naučene principe za rješavanje stvarnih problema u očuvanju ili upravljanju močvarnim i obalnim staništima,
- realiziraju terenska istraživanja korištenjem GIS-a i tehnologije daljinskih istraživanja,
- koriste modele prostornih baza podataka u prostornim analizama i modeliranju procesa,
- primjenjuju RHS (Istraživanje riječnih staništa) i SERCON (Sistem za procjenu očuvanosti rijeka) metode za procjenu vrijednosti očuvanosti rijeka.

#### 3.2. POPIS OBAVEZNIH I IZBORNIH PREDMETA

Nastavni predmet	ECTS bodovi	Status	Sati nastave (P + V)
<b>I SEMESTAR</b>			
Ekologija kopnenih voda	6	O	30 + 30
Sistem za evaluaciju i konzervaciju rijeka	6	O	30 + 30
GIS i daljinska istraživanja u ekomonitoringu	6	O	30 + 30
Izborni predmet I	6	I	30 + 30
Izborni predmet II	6	I	30 + 30
<b>UKUPNO</b>	<b>30</b>		
<b>II SEMESTAR</b>			
Izborni predmet III	6	I	30 + 30
Izborni predmet IV	6	I	30 + 30
Završni rad	18	O	
<b>UKUPNO</b>	<b>30</b>		
<b>UKUPNO I + II semestar</b>	<b>60</b>		
<b>IZBORNI PREDMETI</b>			
Močvarna i priobalna ekologija	6	I	30 + 30

Numerička ekologija	6	I	30 + 30
Slatkovodna mikrobiologija	6	I	30 + 30
Ekotoksikologija akvatičnih ekosistema	6	I	30 + 30
Algologija	6	I	30 + 30
Ekološki projekti	6	I	30 + 30
Osnovi forenzike u ekologiji akvatičnih insekata	6	I	30 + 30

### 3.3 STRUKTURA STUDIJA I USLOVI UPISA U SLIJEDEĆI SEMESTAR

Studij se izvodi kao jednogodišnji (dva semestra) studij sa ukupno 60 ECTS, a struktura studija je napravljena kako slijedi:

Semestar	Broj predmeta prema statusu	ECTS krediti
Prvi semestar	3 obavezna predmeta 2 izborna predmeta	3*6 = 18 ECTS 2*6 = 12 ECTS UKUPNO=30 ECTS
Drugi semestar	2 izborna predmeta Završni rad	2*6 = 12 ECTS Završni rad = 18 ECTS UKUPNO = 30
		UKUPNO=60 ECTS

Uslovi za upis u sljedeći semestar će biti primjenjivani prema važećim Pravilima studiranja za I i II ciklus studija na Univerzitetu u Sarajevu. Studenti završavaju studij nakon što polože sve obavezne i izborne predmeta ovoga Studija i uspješno odbrane završni rad. Studenti u prvom semestru polažu 3 obavezna predmeta (ukupno 18 ECTS). Student tokom prvog semestra polažu 2 izborna predmeta, koji se biraju sa spiska izbornih predmeta (ukupno 18 ECTS). Studenti tokom drugog semestra polažu 2 izborna predmeta, koji se biraju sa spiska izbornih predmeta (ukupno 18 ECTS). Programski sadržaji izbornih predmeta trebaju biti povezani sa temom završnog rada. Završni rad je vrednovan sa 18 ECTS kredita. Studenti se mogu upisati u statusu redovnih, redovnih samofinansirajućih ili vanrednih. Nastava se izvodi tokom trideset sedmica u akademskoj godini, odnosno tokom petnaest sedmica po semestru.

### 3.4 USLOVI IZBORA PREDMETA SA DRUGIH STUDIJSKIH PROGRAMA

Predložena struktura i organizacija studijskog programa se temelji na unificiranom ECTS sistemu bodovanja čime se omogućava mobilnost studenata. Studenti tokom studija mogu birati izborne predmete sa studijskih programa koji se realizuju u okviru projekta ECOBIAS.

### 3.5. NAČIN DOKUMENTOVANJA 30 ECTS KREDITA PRAKTIČNE NASTAVE

Praktična nastav u obimu od 30 ECTS će biti organizovana unutar programa vježbi koje su sastavni dio laboratorijske, praktične i terenske nastave na Prirodno-matematičkom fakultetu.

Nastavni predmet	ECTS bodovi	Sati nastave (P + V)	Sati praktične nastave	ECTS bodovi praktične nastave
Ekologija kopnenih voda	6	30 + 30	30	2

Sistem za evaluaciju i konzervaciju rijeka	6	30 + 30	30	2
GIS i daljinska istraživanja u ekomonitoringu	6	30 + 30	30	2
Močvarna i priobalna ekologija	6	30 + 30	30	2
Numerička ekologija	6	45 + 45	45	3
Slatkovodna mikrobiologija	6	30 + 30	30	2
Ekotoksikologija akvatičnih ekosistema	6	30 + 30	30	2
Algologija	6	30 + 30	30	2
Ekološki projekti	6	30 + 30	30	2
Osnovi forenzike u ekologiji akvatičnih insekata	6	30 + 30	30	2
Završni rad	18		30	18
<b>UKUPNO 7 predmeta po 2 ECTS praktične nastave + 18 ECTS praktične nastave za izradu završnog rada</b>				<b>32</b>

### 3.6. INFORMACIJE O NAČINU ZAVRŠETKA STUDIJA

Student nakon položenih svih ispita predviđenih Nastavnim planom i programom novog studijskog programa i ostvarivanjem ukupnog, predviđenog broja ECTS-a, završava studij odbranom završnog rada, te stiče pravo akademsku titulu: Magistar biologije – ekološki monitoring.

## 4. OPIS SVAKOG PREDMETA NA STUDIJU

Podatke o predmetu (naziv predmeta, nivo, ECTS, broj sati, status predmeta, godina studija, semestar, preduslovni predmeti ukoliko postoje, opis i ciljevi predmeta, očekivani ishodi učenja (znanje, vještine, kompetencije), tematske jedinice koje će se izučavati, metode izvođenja nastave, metode provjere znanja, literature (obavezna i dopunska) dati su u modulima predmeta.

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	Drugi ciklus studija			
	Naziv studijskog programa	Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)			
Naziv predmeta					
<b>Ekologija kopnenih voda</b>					
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS	Kontakt sati (P+V+K+S+Sa)	
	I	Obavezni	6	45+45+15+15+30	
Cilj predmeta	Kurs je osmišljen na način da pruži temeljno znanje o hemijskim i fizičkim karakteristikama kopnenih voda, uključujući jezera, močvare, rijeke i potoke. Teorijski i aplikativni koncept ekosistemskog pristupa će biti zastupljen kroz predavanja, vježbe u učionici i laboratoriju, sa terenskim izlascima.				
Ishod učenja	<p><b>Znanje:</b> Studenti će se osposobiti da razumiju osnovne principe hemijskih, bioloških, fizičkih i geografskih faktora kopnenih voda, kao i načine na koji dati faktori djeluju na distribuciju vodenih organizama. Primjeniti će se holistički pristup u procjeni kopnenih voda.</p> <p><b>Sposobnosti:</b>          Primjena limnoloških terenskih i laboratorijskih tehnika;          Identifikacija akvatičnih organizama i njihovih interakcija;          Razumjevanje problema koji se odnose na vodne resurse na lokalnoj, regionalnoj i globalnoj razini.</p> <p><b>Kompetencije:</b> kritičko mišljenje, rješavanje problema, upravljanje informacijama, komunikacija i saradnja</p>				
Sadržaj predmeta sa tematskim jedinicama po sedmicama					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Struktura ekosistema kopnenih voda.</li> <li>2. Jezera i vodene retencije.</li> <li>3. Tekućice.</li> <li>4. Kretanje vode - hidrologija kopna.</li> <li>5. Faktori rasta u ekosistemima kopnenih voda.</li> <li>6. Fizički faktori u ekosistemima kopnenih voda. Svjetlost i temperatura.</li> <li>7. Hemijski faktori u ekosistemima kopnenih voda. Kisik i ugljen dioksid.</li> <li>8. Azot i fosfor. Ostali nutrijenti.</li> <li>9. Struktura i dinamika životne zajednice u kopnenim vodama.</li> <li>10. Fitoplankton. Zooplankton.</li> <li>11. Zoobentos. Fitobentos.</li> <li>12. Ihtiofauna</li> <li>13. Hranidbene mreže i metabolizam ekosistema kopnenih voda.</li> <li>14. Integrisano upravljanje vodnim resursima.</li> </ol>					
Literatura					
<p>Obavezna:</p> <p>Radulović, S., Teodorović, I. (2010). Ekologija i monitoring kopnenih voda. Metodološki priručnik. Prirodno-matematički fakultet. Univerzitet u Novom Sadu. Novi Sad.</p> <p>Doods, K., W. (2002): Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications, Division of Biology, Kansas State University, Manhattan, Kansas. Academic Press. San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo.</p> <p>Whitton, B.A. (1975). River Ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford-London-Edinburgh-Melbourne.</p> <p>Dukić, D. (1984). Hidrologija kopna. Naučna knjiga, Beograd.</p>					
Provjera znanja i ocjenjivanje - kriteriji					
	Maksimalan broj bodova	Bodovi za prolaz		BiH	ECTS
Testovi <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminarski rad	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Pismeni završni ispit	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Ukupno	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

P-predavanja; V-vježbe; K-konsultacije; S-seminarski; Sa-samostalan rad

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	Drugi ciklus studija			
	Naziv studijskog programa	Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)			
Naziv predmeta					
<b>Sistem za evaluaciju i konzervaciju rijeka</b>					
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS	Kontakt sati (P+V+K+S+Sa)	
	I	Obavezni	6	30+30+20+30+40	
Cilj predmeta	Cilj kursa je sticanje znanja i vještina u oblasti ekologije i konzervacijske procjene Rijeka korištenjem kombinacije elemenata koji se boduju i elemenata koji se ne boduju, u odnosu na set konzervacijskih kriterija i spektar antropogenih pritisaka, kako bi se postavio kontekst u okviru kojeg su evaluacije obavezne, od suštinskog značaja za urvnoteženo tumačenje konzervacijskih vrijednosti ECS (Evaluated Corridor Section).				
Ishod učenja	<p><u>Znanje:</u> Studenti će steći znanja o fizičkim, hemijskim i biološkim procesima u rijekama, kao i o značajnim konceptima koji oblikuju razvoj i trenutno stanje vodotoka, upoznaće se sa aplikacijom/integracijom principa ekološke evaluacije rijeka u procese upravljanja okolišem.</p> <p><u>Vještine:</u> Studenti će moći da primjenjuju RHS (River Habitat Survey), i SERCON (System for Evaluating Rivers for Conservation) metode u evaluaciji konzervacijskih vrijednosti rijeka, u svim SERCON modulima: Rehabilitacija rijeka, Procjena uticaja na okoliš, Procjena stanja lokaliteta, Specijalne prirodne karakteristike Flora i fauna i monitoring, kao i da koriste SERCON softverske alate i sistem bodovanja u evaluaciji diverziteta staništa kao i modifikacije SERCON softvera.</p> <p><u>Kompetencije:</u> Kritičko razmišljanje, rješavanje problema, upravljanje informacijama, komunikacija i saradnja</p>				
Sadržaj predmeta sa tematskim jedinicama po sedmicama					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konzervacijske strategije za tekućice</li> <li>2. Rehabilitacija rijeka</li> <li>3. Procjena uticaja na okoliš</li> <li>4. Procjena lokaliteta</li> <li>5. Specijalne prirodne karakteristike</li> <li>6. Flora i fauna i monitoring</li> <li>7. SERCON softverski alati i sistem bodovanja za evaluaciju diverziteta staništa i modifikacija SERCON softvera</li> </ol>					
Literatura					
<p>Obavezna:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Boon P. J., Holmes, N. T. H., Maitland, P. S., Fozzard, L. (2004). Sercon Version 2 System For Evaluating Rivers For Conservation, User's Guide and Technical Guide, 2004, SNH UK.</li> <li>2. Ovuka, M., Racković, M., Radulović, S., Cvijanović, D., Živković, M., Novković, M., Boon, P. SERCON Software (System for Evaluating Rivers for Conservation), Version 3.1 (2012-2015): PMF UNS script and available from: <a href="http://sercon.pmf.uns.ac.rs/SerconWeb/">http://sercon.pmf.uns.ac.rs/SerconWeb/</a></li> </ol> <p>Dopunska:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Philip J. Boon, P. J., Raven, P. J. (eds.) (2012). River Conservation and Management. John Wiley &amp; Sons, Ltd. pp. 412.:</li> </ol>					
Provjera znanja i ocjenjivanje - kriteriji					
	Maksimalan broj bodova	Bodovi za prolaz		BiH	ECTS
Testovi <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminarski rad	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Pismeni završni ispit	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Ukupno	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

P-predavanja; V-vježbe; K-konsultacije; S-seminarski; Sa-samostalan rad

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	Drugi ciklus studija			
	Naziv studijskog programa	Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)			
Naziv predmeta					
<b>GIS i daljinska istraživanja u ekomonitoringu</b>					
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS	Kontakt sati (P+V+K+S+Sa)	
	I	Obavezni	6	30+30+20+30+40	
Cilj predmeta	Ovaj predmet je osmišljen kako bi pružio znanje o principima i metodama Geografskih informacionih sistema (GIS) i daljinskih istraživanja te njihove primjene u ekološkim istraživanjima. Studenti će se osposobiti za rad sa aplikativnim softverom i konkretan rad sa opcionim softverskim alatima za komponentna i kompleksna istraživanja u ekologiji				
Ishod učenja	<p><u>Znanje</u>: Do kraja modula studenti bi trebali steći znanja o istorijatu razvoja daljinskih istraživanja, tipovima i strukturi podataka, kvaliteti podataka, analizi podataka, načinu kreiranja podataka u daljinskim istraživanjima, njihovoj interretaciji i analizi, te mogućnostima primjene daljinskih istraživanja u istraživanjima prirodnih resursa.</p> <p><u>Vještine</u>: Studenti će moći vršiti terenska istraživanja koristeći osnovne i napredne GIS i tehnologije daljinskog očitavanja (GPS i UAV (dronovi)) i obrađivati podatke georeferenciranih sistema, modela prostornih podataka i baze podataka, analize i modeliranja prostornih podataka; istraživanje i statistika prostornih podataka; mape širenja i razmjene podataka i stvoriti osnovni prediktivni scenarij za studije utjecaja na okoliš koristeći alate i resurse otvorenog pristupa</p> <p><u>Kompetencije</u>: Kritičko razmišljanje, rješavanje problema, upravljanje informacijama, komunikacija i saradnja</p>				
Sadržaj predmeta sa tematskim jedinicama po sedmicama					
<ol style="list-style-type: none"> <li>Osnovi daljinskih istraživanja – pojam, definicija, predmet,</li> <li>Zadaci i ciljevi proučavanja.</li> <li>Historijsko-geografski kontinuitet i postojeće stanje geospacijalnih istraživanja</li> <li>Prostorne analize u ekologiji. Prostorne analize biodiverziteta.</li> <li>Elektromagnetno zračenje</li> <li>Izvori podataka i senzori u daljinskom istraživanju. Ekološke varijable u daljinskom istraživanju.</li> <li>Sistemi za posmatranje zemljine površine i njihova klasifikacija</li> <li>Rektifikacija i popravak snimaka</li> <li>Poboljšanje satelitskih snimaka</li> <li>Statistika digitalne slike</li> <li>Vegetacijski indeksi</li> <li>Klasifikacija satelitskih snimaka</li> <li>Sonarno snimanje vodene vegetacije.</li> <li>Vrste GIS modela. Izrada karata. Georeferenciranje podataka.</li> <li>Baze podataka (grafičke i atributne).</li> </ol>					
Literatura					
<p>Obavezna:</p> <p>Đug, S., Drešković, N., Odžak, S. (2015) Daljinska istraživanja: principi i primjena u prirodnim naukama. Univerzitet u Sarajevu. pp. 207.</p> <p>Horning, N., Robinson, J.A., Sterling, E.J., Turner, W., &amp; Spector, S. (2010): Remote Sensing for Ecology and Conservation. A Handbook of Techniques. Oxford University Press Inc., New York.</p> <p>Franklin, J., Miller, J.A. (2009): Mapping Species Distribution. Spatial Inference and Prediction. Cambridge University Press</p> <p>Dopunska:</p> <p>Radulović, S., Teodorović, I. 2011. Ekologija i monitoring kopnenih voda. Metodološki priručnik. Prirodno-matematički fakultet. Novi Sad.</p>					
Provjera znanja i ocjenjivanje - kriteriji					
	Maksimalan broj bodova	Bodovi za prolaz		BiH	ECTS
Testovi <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminarski rad	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Pismeni završni ispit	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Ukupno	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

P-predavanja; V-vježbe; K-konsultacije; S-seminarski; Sa-samostalan rad



Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	Drugi ciklus studija			
	Naziv studijskog programa	Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)			
Naziv predmeta					
<b>Močvarna i priobalna ekologija</b>					
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS	Kontakt sati (P+V+K+S+Sa)	
	I ili II	Izborni	6	30+30+20+30+40	
Cilj predmeta	Studenti će steći znanja o biološkim komponentama (biljkama, životinjama i biodiverzitetu) močvarnih i priobalnih staništa i njihovim adaptacijama; sa informacijama o diverzitetu različitih tipova močvara i priobalnih staništa uključujući i diverzitet vegetacije (sa posebnim osvrtom na Balkanski poluotok i sliv Dunava); konceptualno razumijevane funkcija i procesa u močvarnim ekosistemima, kao što su hidrologija, produktivitet, zemljišta i biogeohemijski ciklusi; sa naučnim pristupom u evaluaciji delineacije i regulacije močvara.				
Ishod učenja	<p><u>Znanje:</u> Studenti će moći da razlikuju biljne i životinjske vrste, biljne zajednice i tipove staništa; kritički analiziraju pitanja i aktivnosti na konzervaciji i upravljanju močvarnim i priobalnim ekosistemima, koriste naučene principe za rješavanje problema u oblasti konzervacije i upravljanja močvarnim i priobalnim staništima.</p> <p><u>Vještine:</u> Studenti će moći da primjenjuju naučne metode i koriste alate za prikupljanje i analize podataka na terenu i u laboratoriji</p> <p><u>Kompetencije:</u> Kritičko razmišljanje, rješavanje problema, upravljanje informacijama, komunikacija i saradnja</p>				
Sadržaj predmeta sa tematskim jedinicama po sedmicama					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Šta je močvara</li> <li>2. Klasifikacija močvara i njihova funkcija: pregled</li> <li>3. Hidrologija: Površinske vode i hidrodinamika</li> <li>4. Hidrologija: Podzemne vode i topografija</li> <li>5. Funkcije močvara: Hidrologija</li> <li>6. Močvarne biljke</li> <li>7. Močvarna tla</li> <li>8. Funkcije močvara: biogeohemija, produktivnost, kruženje materije i protok energije</li> <li>9. Funkcije močvara: podrška za floru i faunu</li> <li>10. Legislativa</li> <li>11. Antropogeni uticaji</li> <li>12. Ekološka procjena</li> <li>13. Klimatske perspektive</li> <li>14. Ekosistemski servisi</li> </ol>					
Literatura					
<p>Obavezna:</p> <p>Lovett, S., Price, P. (Eds.), (2007). Principles for riparian lands management. Land &amp; Water Australia, Canberra, AUS.</p> <p>Keddy, P. A. (2010). Wetland ecology: principles and conservation. Cambridge University Press.</p> <p>Dopunska:</p> <p>Maitland, P., S., Morgan, N., C. (1997) Conservation management of freshwater habitats: lakes, rivers and wetlands. Springer Science + Business Media New York. pp. 233.</p>					
Provjera znanja i ocjenjivanje - kriteriji					
	Maksimalan broj bodova	Bodovi za prolaz		BiH	ECTS
Testovi <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminarski rad	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Pismeni završni ispit	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Ukupno	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

P-predavanja; V-vježbe; K-konsultacije; S-seminarski; Sa-samostalan rad

Studijski program	Ciklus Naziv studijskog programa	Drugi ciklus studija Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)			
Naziv predmeta					
<b>Numerička ekologija</b>					
Šifra predmeta	Semestar	Tip predmeta	ECTS	Kontakt sati (P+V)	
	I ili II	Izborni	6	45+45	
Ciljevi	(1) multivarijantni podaci (2) klaster analiza (3) multivarijantna statistička analiza (4) korištenje softvera				
Ishodi	<p>Studenti će ovladati osnovnim multivarijacionim tehnikama za analizu ekoloških podataka. Korištenjem multivarijacionih tehnika studenti će otkriti zakonitosti između varijabli koje su skrivene ili jedva primjetne, a zatim da li su otkrivene zakonitosti značajne ili slučajne, tj. rezultat su slučajnih varijacija podataka u uzorku. Studenti će naučiti koristiti određene softverske pakete za statističku analizu podataka.</p> <p>Tokom predavanja bit će obrađene sljedeće teme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• multivarijacioni podaci</li> <li>• matrična algebra,</li> <li>• multivarijacione tehnike,</li> <li>• klastering tehnike,</li> <li>• multivarijaciona analiza,</li> <li>• primjena u ekologiji.</li> </ul>				
Sadržaj					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uvod u multivarijacionu statistiku</li> <li>2. Matrična algebra</li> <li>3. Multivarijacioni podaci</li> <li>4. Dimenzionalna analiza</li> <li>5. Multidimenzionalni kvantitativni podaci</li> <li>6. Multidimenzionalni semikvantitativni i kvalitativni podaci</li> <li>7. Klaster analiza-uvod</li> <li>8. Q i R analiza</li> <li>9. Klaster analiza (detaljno)</li> <li>10. ANOVA, ANCOVA (analiza kovarijance)</li> <li>11. MANOVA (Multivariate ANOVA) i MANCOVA (Multivariate ANCOVA)</li> <li>12. Regresiona analiza</li> <li>13. Ordinacione metode</li> <li>14. Kanonske ordinacione metode</li> <li>15. Prostorna analiza ekoloških podataka</li> </ol>					
Literatura					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Daniel Borcard, François Gillet, Pierre Legendre, Numerical Ecology with R(use R!). Springer (2011).</li> <li>2. J.Douglas Carol, Oaul E. Green with contribution Anil Chaturvedi, Mathematical Tools for Applied Multivariate Analysis. Academic Press (1997)(Revised edition).</li> <li>3. Karadžić, B., Marinković, S. Kvantitativna ekologija. IBISS, Beograd (2009).</li> <li>4. Pierre Legendre, Louis Legendre, Numerical Ecology. Third English Edition. Elsevier (2012).</li> <li>5. Kevin McGarigal, Sam Cushman, Susan Stafford, Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research. Springer (2000).</li> </ol>					
Metod ispitivanja i ocjenjivanje					
	Maksimalno bodova	Minimalni bodovi za prolaz		BiH	ECTS
Završni ispit	50	30	< 55,00	5	F
Projekt	50	25	55,00 – 64,99	6	E
Ukupno	100	55	65,00 – 74,99	7	D
			75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

P-predavanja; V-vježbe; K-konsultacije; S-seminarski; Sa-samostalan rad

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	Drugi ciklus studija			
	Naziv studijskog programa	Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)			
Naziv predmete/modula					
<b>Ekotoksikologija akvatičnih ekosistema</b>					
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS (credits)	Kontakt sati (P+V+K+S+Sa)	
	I ili II	Izborni	6	30+30+20+30+40	
Cilj predmeta	Cilj ovog kursa je transfer znanja o interakcijama između antropogenih hemikalija i vodenih ekosistema, kao i o metodama koje se koriste u ispitivanju toksičnosti voda. Izučavat će se porijeklo, toksičnost, "sudbina" onečišćujućih tvari i njihov uticaj na molekularnom, biohemijskom, ćelijskom, fiziološkom nivou, te u konačnici na nivou organizma i biocenoze. Studenti će također imati uvid u neke od klasičnih metoda u svrhu razumijevanja osnovnih koncepata ispitivanja toksičnosti u vodi <i>in situ</i> i <i>in vitro</i> s posebnom pažnjom posvećenom biomarkerima u vodenim organizmima. Ovaj modul ima za cilj razviti svijest o glavnim teorijama i konceptima u području ekotoksikologije voda.				
Ishod učenja	Znanje: znanje o glavnim skupinama toksičnih tvari, uključujući onečišćujuće tvari u vodenim tijelima i glavne učinke toksičnih agensa u vodenim organizmima; sposobnost interdisciplinarnog razmišljanja i rada. Vještine: koristan pregled najvažnijih metoda i pristupa koji se koriste u studijama i istraživanjima hemikalija koje zagađuju okoliš; sposobnost za analizu procesa, sistemsko razmišljanje, kao i za ciljno orjentisane/svrshodne, strukturirane i učinkovite radne metode. Kompetencije: sposobnost istraživanja u ovoj oblasti te proširivanje i prijenos budućeg znanja; sposobnosti poznavanja i razumijevanja položaja različitih objekata/sudionika u ekotoksikologiji; sposobnost predstavljanja rezultata istraživanja međunarodnoj publici i diskusije o rezultatima.				
Sadržaj predmeta sa tematskim jedinicama					
<ol style="list-style-type: none"> <li>Uvod u modul; Toksikologija (toksin, toksikant, toksičnost) – akutna, hronična i toksičnost unutar životnog ciklusa</li> <li>Zagađivači - proizvodnja, upotreba i učinci različitih klasa zagađivača okoliša i njihovi putevi u različitim ekosistemima; Karakteristike hemikalija u okolišu</li> <li>Ekosistemi i njihovo funkcionisanje (globalni uticaji onečišćenja)</li> <li>Hemija okoliša - upotreba hemikalija, načini ulaska u okoliš i osnovni laboratorijski kurs (fundamentalna hemijska i fizička analiza vode)</li> <li>Načela u ekotoksikologiji</li> <li>Ekotoksikologija akvatičnih ekosistema</li> <li>Bioindikatori u ekotoksikologiji voda - bioakumulacija i biomagnifikacija</li> <li>Biomonitoring u ekotoksikologiji vodenih ekosistema (<i>in situ</i> i <i>ex situ</i>)</li> <li>Ekotoksikološki testovi (tipovi, test organizmi) i pregled najviše korištenih ekotoksikoloških testova</li> <li>Makroinvertebrati u ekotoksikološkim ispitivanjima vodenih ekosistema; Ekotoksikološka terenska istraživanja</li> <li>Akvatične biljke i ekotoksikološka procjena u slatkovodnim ekosistemima</li> <li>Senzitivnost biljnih vrsta i minimalni zahtjevi za procjenu hemijskog rizika u vodenim ekosistemima</li> <li>Metode u ekotoksikologiji - odabrani primjeri testova ekotoksičnosti (test inhibicije rasta jednostaničnih algi, test akutne toksičnosti na vrsti <i>Daphnia magna</i> i/ili test akutne toksičnosti riba)</li> <li>Osnove procjene rizika za okoliš i međunarodne strategije rješavanja ekotoksikoloških problema u prirodi</li> <li>Snalaženje u podacima, ponavljanje i priprema za ispit</li> </ol>					
Literatura:					
Obavezna					
Đug, S., Drešković, N., Trožić Borovac, S., Mušović, A., Vesnić, A., Trakić, S, Gajević, M., Bešta Gajević, R., Šljuka, S., Mirić, R., Korjenić, E., Škrijelj, R. (2020): Biomonitoring akvatičnih ekosistema. Univerzitet u Sarajevu, pp. 344.					
Amiard-Triquet, C., Amiard, J-C, Mouneyrac, C. (2015): Aquatic Ecotoxicology: Advancing Tools for Dealing with Emerging Risks. Academic Press, Elsevier Inc., London.					
Walker, C.H., Hopkin, S.P., Sibly, R.M., Peakall, D.B. (2006): Principles of Ecotoxicology. Taylor and Francis, London.					
Dopunska					
Nollet, M.L., De Gelder, L.S.P (2014): Handbook of water analysis. CRC Press, Boca Raton.					
Sharma, S.K., Sanghi, R. (2012): Advances in water treatment and pollution prevention. Springer, Berlin.					
Newman, M., Clements, W. (2007): Ecotoxicology – a comprehensive treatment. Taylor & Francis, Boca Raton.					
Hites, R. (2007): Elements of Environmental Chemistry. Wiley & Sons, Hoboken.					
Provjera znanja i ocjenjivanje – kriteriji					
	Maksimalan broj bodova	Bodovi za prolaz		BiH	ECTS
Testovi	36	20	< 55,00	5	F
Seminarski rad	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Pismeni završni ispit	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Ukupno	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

P-predavanja; V-vježbe; K-konsultacije; S-seminarski; Sa-samostalan rad

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	Drugi ciklus studija			
	Naziv studijskog programa	Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)			
Naziv predmeta					
<b>Algologija</b>					
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS	Kontakt sati (P+V+K+S+Sa)	
	I ili II	Izborni	6	45+45+15+15+30	
Cilj predmeta	Kurs pruža sveobuhvatan pregled klasičnih i savremenih aspekata ekologije slatkovodnih algi, te u potpunosti iskorištava odličan raspon vodenih staništa kako bi pružio dobar uvod u sukcesiju zajednica i interakcije vrsta u planktonu i bentosu.				
Ishod učenja	Studenti će razviti znanje o metodama praćenja zajednica algi u različitim prostornim i vremenskim razmjerima u raznolikim slatkovodnim staništima. Studenti će biti sposobni primijeniti ekološke principe u opisivanju odnosa između zajednice algi i staništa, te objasniti ekološku kontrolu distribucije algi u planktonu i bentosu. Studenti će steći osnovu za razumijevanje složenih ekoloških procesa u slatkim vodama i moći će ga primijeniti u biomonitoringu i biomonitoringu sljedeće generacije.				
Sadržaj predmeta sa tematskim jedinicama					
<ol style="list-style-type: none"> <li>Uvod u Sistematiku. Razvoj sistematike. Sistematika u poretku prirodnih nauka. Sistematske kategorije. Osnovni principi nomenklature. Tipovi taksonomije. Klasifikacija živog svijeta. Endosimbiotska teorija i evolucija eukariotskih algi.</li> <li>Opće karakteristike algi (građa ćelije, građa tijela algi, ishrana algi, načini razmnožavanja algi i životni ciklus algi). Karakteristike algi sa prokariotskim tipom organizacije ćelije. Karakteristike algi sa eukariotskim tipom organizacije ćelije.</li> <li>Klasifikacija algi A. (Odjel Cyanophyta – Klasa Cyanophyceae; Odjel Rhodophyta – Klasa Bangiophyceae, Klasa Florideophyceae).</li> <li>Klasifikacija algi B. (Odjel Heterokontophyta – Klasa Chrysophyceae, Klasa Parmophyceae, Klasa Sarcinochrysidophyceae, Klasa Xanthophyceae, Klasa Eustigmatophyceae, Klasa Bacillariophyceae, Klasa Raphidophyceae, Klasa Dictyochophyceae, Klasa Phaeophyceae). Odjel Haptophyta – Klasa Primmnesiophyceae. Odjel Cryptophyta – Klasa Cryptophyceae. Odjel Dinophyta – Klasa Dinophyceae. Odjel Euglenophyta – Klasa Euglenophyceae).</li> <li>Klasifikacija algi C. (Odjel Chlorophyta – Klasa Prasinophyceae, Klasa Ulvophyceae, Klasa Chlorophyceae, Klasa Charophyceae).</li> <li>Alge – glavna mikrobna biomasa u slatkovodnim ekosistemima. Taksonomska i molekularna karakterizacija. Veličina, oblik i površinski omotači. Aktivnosti unutar slatkovodnih ekosistema. Strategije za preživljavanje. Biodiverzitet zajednica algi. Ekološke grupe algi. Fitoplankton. Fitobentos.</li> <li>Slatkovodni ekosistemi: uticaj fizičko-hemijskih uslova na zajednice algi.</li> <li>Jezerca. Morfologija i hidrologija jezera. Jezera kao izolirani ekosistemi. Uticaj klime na jezera.</li> <li>Močvare. Osnovne karakteristike. Močvarna staništa i zajednice.</li> <li>Rijeke. Poređenje stajaćih i tekućih ekosistema. Riječni tok i bentoske zajednice. Riječna hidrologija.</li> <li>Nepovoljni i ekstremni uslovi u slatkovodnim ekosistemima.</li> <li>Uloga procjene ekosistema u upravljanju okolišem.</li> <li>Osobine algarnih zajednica – bimasa, hemijskih sastav, funkcionalne osobine, taksonomski sastav (diverzitet, povezanost između vrsta i okoliša, multivarijantna statistička analiza, osobine algi), ekstremni uslovi, mjerenje biološkog stanja i ekoloških servisa, multimetrijski indeksi, testiranje i biotestovi.</li> </ol>					
<p>Obavezna:</p> <p>Barudanović, S., Mašić, E. (2015). Raznolikost i sistematika algi. Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet. Fojnica d.d. „Fojnica“, pp 1-153.</p> <p>Dodds W.K., While M. R. (2010). Freshwater Ecology, Second Capacity Building in the field of Higher Education – Joint Projects Development of master curricula in ecological monitoring and aquatic bioassessment for Western Balkans HEIs / ECOBIAS Page 47 of 404 edition: Concepts and Environmental Applications of Limnology (Aquatic ecology), Academic press, New York, NY.</p> <p>Dopunska:</p> <p>Wehr, J. D., Sheath, R. G., &amp; Kociolek, J. P. (Eds.). (2015). Freshwater algae of North America: ecology and classification. Elsevier.</p> <p>Barudanović, S., Macanović, A., Topalić-Trivunović, Lj., Cero, M. (2015). Ekosistemi Bosne i Hercegovine u funkciji održivog razvoja. Sarajevo, 2015.</p> <p>Van den Hoek, C., Mann, D.G. &amp; Jahns, H.M. (1995). Algae, an introduction to phycology. Cambridge University Press.</p> <p>Hoek, C. van den, Mann, D.G., Jahns, H.M. (1995): Algae: an introduction to phycology. Cambridge University Press, Cambridge.</p> <p>Lee, R.E. (1999): Phycology. 3 ed., Cambridge University Press, Cambridge.</p>					
Provjera znanja i ocjenjivanje - kriteriji					
	Maksimalan broj bodova	Bodovi za prolaz		BiH	ECTS
Testovi <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminarski rad	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Pismeni završni ispit	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Ukupno	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

P-predavanja; V-vježbe; K-konsultacije; S-seminarski; Sa-samostalan rad

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	II ciklus studija			
	Naziv studijskog programa	Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)			
Naziv predmeta					
<b>Ekološki projekti</b>					
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS	Kontakt sati (P+V+K+S+Sa)	
	I ili II	Izborni	6	30+30+20+30+40	
Cilj predmeta	Cilj ovog modula je objasniti kako prepoznati prioritete za projekte i akcije zaštite, te kako izgraditi pouzdan, isplativ i uspješan projektni prijedlog za realizaciju zaštite vrsta.				
Ishod učenja	<p>Znanje: Ovaj modul će pružiti obuku za pisanje prijedloga projekata zaštite biodiverziteta.</p> <p>Vještine: Modul podučava kako pomoću specifičnih protokola prepoznati prioritetna područja i očuvati ih od procesa koji prijete njihovoj postojanosti i kako mreže prioritetnih područja u određenoj regiji mogu činiti okvir za razvijanje drugih konzervatorskih akcija.</p> <p>Kompetencije: Kroz dinamičnu mješavinu konzervatorske teorije i prezentacije različitih studija slučaja studenti će se potaknuti da prepoznaju vruće teme u konzervaciji i primijene to znanje u svom okruženju učeći kako sami izraditi prijedlog projekta zaštite i prijaviti se na stvarne fondove.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sposobnost identifikovanja konzervacijskih prioriteta</li> <li>2. Mogućnost odabira ključnih ciljeva za realizaciju konzervacijskih ideja</li> <li>3. Mogućnost prepoznavanja ograničavajućih faktora za realizaciju specifičnih konzervacijskih ciljeva</li> <li>4. Sposobnost organizacije izvođačkog i efikasnog konzervacijsko-ekološkog projekta</li> </ol>				
Sadržaj predmeta sa tematskim jedinicama po sedmicama					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Važnost očuvanja biološke raznolikosti</li> <li>2. Glavni čimbenici koji prijete biološkoj raznolikosti</li> <li>3. Prepoznavanje prioriteta očuvanja</li> <li>4. Konceptija konzervatorsko-ekološkog projekta.1.</li> <li>5. Procjena stanja zaštite.1.</li> <li>6. Pravna osnova zaštite okoliša u Bosni i Hercegovini</li> <li>7. Pravna osnova zaštite okoliša u Evropskoj Uniji i Međunarodne konvencije</li> <li>8. Biološke vrijednosti Bosne i Hercegovine</li> <li>9. Primjena procjene stanja zaštite u projektima zaštite okoliša</li> <li>10. Monitoring kao okosnica konzervatorsko-ekološkog projekta</li> <li>11. Projekti praćenja vrsta i zajednica</li> <li>12. Osnove konzervatorskih i razvojnih projekata</li> <li>13. Projekti upravljanja očuvanjem vrsta</li> <li>14. Projekti upravljanja zaštitom i projekti održivog iskorištavanja</li> <li>15. Projekti ekološkog obrazovanja i ekološkog turizma</li> </ol>					
Literatura					
Obavezna:					
Pullin, A.S. 2002. Conservation Biology. Cambridge University Press.					
Sutherland, W. 2000. The Conservation Handbook: Research, Management and Policy. Wiley.					
Provjera znanja i ocjenjivanje - kriteriji					
	Maksimalan broj bodova	Bodovi za prolaz		BiH	ECTS
Testovi <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminarski rad	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Pismeni završni ispit	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Ukupno	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

P-predavanja; V-vježbe; K-konsultacije; S-seminarski; Sa-samostalan rad

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	II ciklus studija			
	Naziv studijskog programa	Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)			
Naziv predmeta					
<b>Osnovi forenzike u ekologiji akvatičnih insekata</b>					
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS	Kontakt sati (P+V+K+S+Sa)	
	I ili II	Izborni	6	30+30+20+30+40	
Cilj predmeta	Cilj ovog predmeta je pružiti široko znanje o upotrebi vodenih insekata u određivanju postmortalnih intervala beskičmenjaka i kičmenjaka koji se nalaze u vodi nakon stresa u okolini. Cilj je također predstaviti fizičke, hemijske, geografske i biološke parametre koji utječu na brzinu kolonizacije uginulih životinja od strane insekata.				
Ishod učenja	<p>Znanje: Studenti bi trebali steći široko razumijevanje ekologije vodenih insekata relevantne za forenzičku nauku i primijeniti je kako bi pomogli u rješavanju različitih forenzičkih slučajeva.</p> <p>Vještine: Studenti će upoznati tehnike koje se koriste za identifikaciju forenzički važnih insekata te pravilne tehnike sakupljanja i uzgoja forenzički važnih insekata. Studenti će steći vještine pozitivne laboratorijske prakse i naučiti osnove biosigurnosti. Studenti će savladati metode primjene sekvencijskih podataka i bioinformatičkih baza podataka i softvera u svrhu identifikacije forenzički važnih insekata.</p> <p>Kompetencije: Studenti koji uspješno završe ovaj kurs bit će svjesni izazova i mogućnosti koje im nudi ova nova disciplina. Kurs je osmišljen kako bi studentima pružio osnovno razumijevanje interakcije između entomologije i forenzičke nauke (primjena nauke u krivičnim istragama). Studenti će ovladati osnovnim konceptima entomologije neophodnim za razumijevanje forenzičke entomologije, koristeći kombinaciju predavanja, diskusije i aktivnog rada u učionici. Studenti će također naučiti kako primijeniti savremene genetičke i bioinformatičke metode u rješavanju različitih forenzičkih pitanja.</p>				
Sadržaj predmeta sa tematskim jedinicama po sedmicama					
<ol style="list-style-type: none"> <li>Uvod i historijat forenzičke entomologije</li> <li>Uvod u anatomiju insekata. Biosistematski pregled. Uloga vodenih insekata u forenzici</li> <li>Prikupljanje entomoloških dokaza. Laboratorijski uzgoj insekata u forenzičke svrhe. Identifikacija insekata</li> <li>Postmortalna dekompozicija. Sukcesija insekata u prirodnom okruženju.</li> <li>Faktori koji utiču na sukcesiju insekata. Procjena postmortalnog intervala (vremena smrti)</li> <li>Molekularne metode u forenzičkoj entomologiji. DNK barkoding u forenzičkoj analizi vodenih insekata</li> <li>Bioinformatičke metode u analizi sekvencijskih podataka</li> <li>Druge primjene forenzičke entomologije. Studije slučaja</li> </ol>					
Literatura					
<p>Obavezna:</p> <p>Byrd JH, Tomberlin JK (2010) Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations, 2nd Edition. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.</p> <p>Markquez-Grant N, Roberts J (2012) Forensic Ecology Handbook. From Crime Scene to Court. Wiley-Blackwell. Oxford.</p> <p>Claverie J-M, Notredame C (2006) Bioinformatics for Dummies, 2nd edition. Wiley-Blackwell. Oxford.</p> <p>Dopunska:</p> <p>Wells JD, Stevens JR (2008) Application of DNA-Based Methods in Forensic Entomology. Annual Review of Entomology, 53:103–20.</p> <p>Gemmellaro MD, Hamilton GC, Ware JL (2019) Review of Molecular Identification Techniques for Forensically Important Diptera. Journal of Medical Entomology, doi: 10.1093/jme/tjz040.</p> <p>Meng F, Ren L, Wang Z, Deng J, Guo Y, Chen C, Finkelbergs D, Cai J (2017) Identification of Forensically Important Blow Flies (Diptera: Calliphoridae) in China Based on COI. Journal of Medical Entomology, 54(5), 2017, 1193–1200.</p>					
Provjera znanja i ocjenjivanje - kriteriji					
	Maksimalan broj bodova	Bodovi za prolaz		BiH	ECTS
Testovi <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminarski rad	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Pisмени završni ispit	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Ukupno	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

P-predavanja; V-vježbe; K-konsultacije; S-seminarski; Sa-samostalan rad

Studijski program	Vrsta studija (ciklus)	II ciklus studija			
	Naziv studijskog programa	Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)			
Naziv predmeta					
<b>Mikrobiologija slatkovodnih ekosistema</b>					
Šifra predmeta	Semestar	Status predmeta	ECTS	Kontakt sati (P+V+K+S+Sa)	
	I ili II	Izborni	6	30+30+20+30+40	
Cilj predmeta	<p>Opisati ulogu mikroorganizama u slatkovodnim ekosistemima i njihov značaj u monitoringu kvaliteta vode u različitim slatkovodnim sredinama.</p> <p>Opisati tzv. "mikrobni krug ili petlju" i mikrobni diverzitet u različitim akvatičnim ekosistemima uključujući jezera, rijeke i močvare.</p> <p>Opisati bolesti koje se prenose vodom i uzročnike bolesti: bakterijske patogene, virusne patogene, protozojske patogene i druge vektore bolesti.</p> <p>Upoznati mikrobiološke indikatore u procjeni kvaliteta vode.</p>				
Ishod učenja	<p>Znanje: studenti će nakon položenog modula moći objasniti ulogu mikroorganizama u vodenim ekosistemima i metabolički diverzitet mikroorganizama u vodama. Studenti će poznavati zarazne bolesti koje se prenose kontaminiranom vodom i uzročnike tih oboljenja. Studenti će biti u stanju da na osnovu prisutnosti indikatorskih mikroorganizama procijene i prate kvalitet površinskih voda. Studenti će poznavati ulogu mikroorganizama u procesu remedijacije otpadnih voda i utjecaj zagađene vode na akvatične organizme.</p> <p>Vještine: nakon uspješno obavljenih predispitnih i ispitnih obaveza student će biti osposobljen da uzorkuje vodu za mikrobiološku analizu, detektuje i identificira indikatore fekalnog porijekla upotrebom različitih metoda. Studenti će biti osposobljeni da na osnovu rezultata mikrobioloških analiza kategoriziraju vodotoke i procjene stepen kontaminacije.</p> <p>Kompetencije: studenti će raspolagati vještinama i biti u mogućnosti da rade u različitim timovima iz oblasti mikrobiologije površinskih voda. Studenti će moći koordinirati složene zadatke unutar svoje grupe i biće osposobljeni koristiti relevantne metode i rezultate u prepoznavanju izvora zagađenja i prevenciji istih.</p>				
Sadržaj predmeta sa tematskim jedinicama po sedmicama:					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mikrobiologija slatkovodnih ekosistema</li> <li>2. Mikrobni krug; Metabolički diverzitet bakterija u vodama</li> <li>3. Mikrobiološko onečišćenje vode</li> <li>4. Zarazne bolesti koje se prenose zagađenom vodom</li> <li>5. Mikrobiološki indikatori kvaliteta površinskih voda</li> <li>6. Klasifikacija i ocjena kvaliteta vode</li> <li>7. Uzorkovanje vode za mikrobiološko ispitivanje</li> <li>8. Metode praćenja mikrobiološkog kvaliteta voda</li> <li>9. Dijagnostika koliformnih bakterija i <i>E. coli</i></li> <li>10. Dijagnostika fekalnih enterokoka, <i>Clostridium perfringens</i> i <i>Pseudomonas aeruginosa</i></li> <li>11. Metoda membranske filtracije</li> <li>12. Mikrobiologija otpadnih voda i njihov mikrobiološki sastav</li> <li>13. Uvjeti rada u mikrobiološkom laboratoriju i analiza vode</li> <li>14. Bioremedijacija u procesu prečišćavanja otpadnih voda</li> <li>15. Procjena zagađenja slatkovodnih ekosistema na osnovu histopaloških analiza riba</li> </ol>					
Literatura					
<p>Obavezna:</p> <p>Đug S., Drešković N., Trožić-Borovac S., Mušović A., Vesnić A., Trakić S., Gajević M., Bešta-Gajević R., Šljuka S., Mirić R., Korjenić E., Škrijelj R. (2020): Biomonitoring akvatičnih ekosistema. Univerzitet u Sarajevu.</p> <p>Markert B.A., Breure A.M., Zechmeister H.G. (2003): Bioindicators &amp; Biomonitors Principles, Concepts and Applications. Elsevier Science Ltd. ISBN 0-08-044177-7 (selected chapters).</p> <p>Petrović O., Gajin S., Matavulj M., Radnović D., Svirčev Z. (1998): Microbiological investigation of surface water quality. Institute of Biology, Faculty of Sciences, University of Novi Sad.</p> <p>Sigee D. (2005): Freshwater Microbiology. John Wiley and Sons Ltd. England.</p> <p>Dopunska:</p> <p>Chigbu P., Sobolev D. (2007): Bacteriological Analysis of Water. In: Nollet L.M.L. (2007) Handbook of water analysis 2nd ed. Taylor &amp; Francis Group USA.</p> <p>Maier R.M., Pepper I.L., Gerba Ch.P. (2000): Environmental microbiology. Academic press, London UK. (selected chapters).</p> <p>Maryllynn V. Yates, Cindy H. Nakatsu, Robert V. Miller, Suresh D. Pillai (2016): Manual of Environmental Microbiology, Fourth Edition. ISBN : 9781555816025 (selected chapters).</p>					
Provjera znanja i ocjenjivanje - kriteriji					
	Maksimalan broj bodova	Bodovi za prolaz		BiH	ECTS
Testovi <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminarski rad	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Pismeni završni ispit	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Ukupno	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A
P-predavanja; V-vježbe; K-konsultacije; S-seminarski; Sa-samostalan rad					

## ENGLSKI PREVOD

Study program	Study type (cycle)	Master study (II)			
	Name of study program	Ecological monitoring of Freshwaters (EMAB)			
Course title					
<b>Freshwater Ecology</b>					
Course code	Semester	Course status	ECTS	Contact hours (L+E+C+S+In)	
	I	Obligatory	6	30+30+20+30+40	
Course objectives	The course is designed to provide the essential knowledge of the chemical and physical properties of inland water, including lakes, wetlands, rivers and streams. Theoretical and applied concepts of ecosystem approach will be addressed through lectures, classroom exercises and labs with field trips.				
Student learning outcomes	<p><b>Knowledge:</b> Students will be able to understand elementary principles of chemical, biological, physical and geographical factors of inland waters and how they affect the distribution of aquatic organisms. The holistic approach of freshwater assessment will be employed.</p> <p><b>Skills:</b>            Application of limnological field and laboratory techniques;            Identification of aquatic organisms and their interactions;            Understanding of issues related to water resources on local, regional and global scale.</p> <p><b>Competencies:</b> critical thinking, problem solving, managing information, communication and cooperation</p>				
Class topics					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Structure of freshwater ecosystems.</li> <li>2. Lakes and water-retentions.</li> <li>3. Running waters.</li> <li>4. Movement of water – hydrology of the land.</li> <li>5. Growth factors in freshwater ecosystems.</li> <li>6. Physical factors in freshwater ecosystems. Light and temperature.</li> <li>7. Chemical factors in freshwater ecosystems. Oxygen and carbon dioxide.</li> <li>8. Nitrogen and Phosphorous. Other nutrients.</li> <li>9. Structure and dynamics of bioceonoses in freshwater ecosystems.</li> <li>10. Phytoplankton. Zooplankton.</li> <li>11. Zoobenthos. Phytobenthos.</li> <li>12. Ichtyofauna.</li> <li>13. Food-webs and metabolism of freshwater ecosystems.</li> <li>14. Integrated management of water resources.</li> </ol>					
Literature					
<p>Obligatory:</p> <p>Radulović, S., Teodorović, I. (2010). Ekologija i monitoring kopnenih voda. Metodološki priručnik. Prirodno-matematički fakultet. Univerzitet u Novom Sadu. Novi Sad.</p> <p>Doods, K., W. (2002): Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications, Division of Biology, Kansas State University, Manhattan, Kansas. Academic Press. San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo.</p> <p>Whitton, B.A. (1975). River Ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford-London-Edinburgh-Melbourne.</p> <p>Dukić, D. (1984). Hidrologija kopna. Naučna knjiga, Beograd.</p>					
Tests and evaluation - criteria					
	Max points	Pass points		BiH	ECTS
Tests <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminar paper	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Written final exam	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Total	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

L-lectures, P-practical classes, C-consultations, S-seminar paper, Is-individual/independent study/work



Study program	Study type (cycle)	Master study (II)			
	Name of study program	Ecological monitoring of Freshwaters (EMAB)			
Course title					
<b>System for evaluating rivers for conservation</b>					
Course code	Semestar	Status predmeta	ECTS	Contact hours (L+E+C+S+In)	
	I	Obligatory	6	30+30+20+30+40	
Course objectives	The aim of this course is to knowledge and skills in ecological and conservation assessment of rivers using a combination of scored and unscored elements, relate to a suite of conservation criteria and a range of human impacts, as well as unscored to set the context in which evaluations are mandatory, essential to a balanced interpretation of the conservation value of an ECS (Evaluated Corridor Section).				
Student leaning outcomes	<p><b>Knowledge:</b> Students will have an understanding of physical, chemical, and biological processes of streams and rivers, know important concepts that shaped the development and current state of stream ecology, and be familiar with the application/integration of stream ecological principles to environmental management.</p> <p><b>Skills:</b> Students will be able to apply RHS (River Habitat Survey), and SERCON (System for Evaluating Rivers for Conservation) methods to evaluate conservation values of rivers, in all SERCON modules: River Rehabilitation, Environmental Impact Assessment, Site Assessments, Special Natural Characteristics, Flora and Fauna and Monitoring, as well as to use SERCON software tools and scoring systems evaluating habitat diversity and modification of SERCON software.</p> <p><b>Competencies:</b> critical thinking, problem solving, managing information, communication and cooperation</p>				
Class topics					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conservation strategies for running waters</li> <li>2. River Rehabilitation</li> <li>3. Environmental Impact Assessment</li> <li>4. Site Assessments</li> <li>5. Special Natural Characteristics</li> <li>6. Flora and Fauna and Monitoring</li> <li>7. SERCON software tools and scoring systems evaluating habitat diversity and modification of SERCON software</li> </ol>					
Literature					
<p><b>Obligatory:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Boon P. J., Holmes, N. T. H., Maitland, P. S., Fozzard, L. (2004). Sercon Version 2 System For Evaluating Rivers For Conservation, User's Guide and Technical Guide, 2004, SNH UK.</li> <li>2. Ovuka, M., Racković, M., Radulović, S., Cvijanović, D., Živković, M., Novković, M., Boon, P. SERCON Software (System for Evaluating Rivers for Conservation), Version 3.1 (2012-2015): PMF UNS script and available from: <a href="http://sercon.pmf.uns.ac.rs/SerconWeb/">http://sercon.pmf.uns.ac.rs/SerconWeb/</a></li> </ol> <p><b>Supplemental:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Philip J. Boon, P. J., Raven, P. J. (eds.) (2012). River Conservation and Management. John Wiley &amp; Sons, Ltd. pp. 412.</li> </ol>					
Tests and evaluation - criteria					
	Max points	Pass points		BiH	ECTS
Tests <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminar paper	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Written final exam	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Total	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

L-lectures, P-practical classes, C-consultations, S-seminar paper, Is-individual/independent study/work

Study program	Study type (cycle)	Master study (II)			
	Name of study program	Ecological monitoring of Freshwaters (EMAB)			
Course title					
<b>GIS and Remote Sensing in Ecomonitoring</b>					
Course code	Semester	Course status	ECTS	Contact hours (L+E+C+S+In)	
	I	Obligatory	6	30+30+20+30+40	
Course objectives	Students will get knowledge on principles and methods used in Geographic information systems (GIS) and remote sensing and their application in ecological investigations. Students will be able to use application software and optional tools necessary for complex and component investigations in the field of ecology				
Student learning outcomes	<p><b>Knowledge:</b> History of development of GIS and Remote Sensing, data types and structure, data quality, data analyses, how to create data and information in GIS and remote sensing, their interpretation and analyses, possibilities of use in nature resources investigations.</p> <p><b>Skills:</b> Students will be able to carry out field investigations using basic and advanced GIS and Remote Sensing technologies - GPS and UAV (drones) and to process georeferenced data, to develop models of spatial data, to explore and prepare statistics of spatial data, to prepare distribution maps, to create basic predictive scenarios for environmental impacts using tools and resources of open access.</p> <p><b>Competencies:</b> critical thinking, problem solving, managing information, communication and cooperation</p>				
Class topics					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to Remote Sensing – definition and approach,</li> <li>2. Tasks and objectives of the investigations.</li> <li>3. Historical and geographical continuum and present state in the field of geospatial investigations</li> <li>4. Spatial analyses in ecology. Spatial analyses of biodiversity.</li> <li>5. Electromagnetic radiation</li> <li>6. Data sources and sensors in remote sensing. Ecological variables in remote sensing.</li> <li>7. Systems for observation of Earth's surface and their classification</li> <li>8. Rectification and improvement of imagery</li> <li>9. Improvement of satellite imagery</li> <li>10. Statistics of digital imagery</li> <li>11. Vegetation indices</li> <li>12. Classification of satellite imagery</li> <li>13. Sonar recording of aquatic vegetation</li> <li>14. Types of GIS models. Preparation of maps. Data georeferencing</li> <li>15. Databases (graphic and attribute).</li> </ol>					
Literature					
<p>Obligatory:</p> <p>Đug, S., Drešković, N., Odžak, S. (2015) Daljinska istraživanja: principi i primjena u prirodnim naukama. Univerzitet u Sarajevu. pp. 207.</p> <p>Horning, N., Robinson, J.A., Sterling, E.J., Turner, W., &amp; Spector, S. (2010): Remote Sensing for Ecology and Conservation. A Handbook of Techniques. Oxford University Press Inc., New York.</p> <p>Franklin, J., Miller, J.A. (2009): Mapping Species Distribution. Spatial Inference and Prediction. Cambridge University Press</p> <p>Supplemental:</p> <p>Radulović, S., Teodorović, I. 2011. Ekologija i monitoring kopnenih voda. Metodološki priručnik. Prirodno-matematički fakultet. Novi Sad.</p>					
Tests and evaluation - criteria					
	Max points	Pass points		BiH	ECTS
Tests <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminar paper	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Written final exam	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Total	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

L-lectures, P-practical classes, C-consultations, S-seminar paper, Is-individual/independent study/work

Study program	Study type (cycle)		Master study (II)		
	Name of study program		Ecological monitoring of Freshwaters (EMAB)		
Course title					
<b>Wetland and riparian ecology</b>					
Course code	Semester	Course status	ECTS	Contact hours (L+E+C+S+In)	
	I or II	Optional	6	30+30+20+30+40	
Course objectives	The aim of this course is to provide students: with an understanding of the biological components (plants, animals and biodiversity) of wetlands and riparian habitats and their adaptations; with information on the diversity of different types of wetlands and riparian habitats including vegetation diversity (with special reference to the Balkan peninsula and the Danube basin); a conceptual understanding of wetland ecosystem functions & processes such as hydrology, productivity, soils and biogeochemical cycling; with the scientific background to evaluate wetland delineation and regulation.				
Student learning outcomes	<p>Knowledge: Students will be able to distinguish plant and animal species, plant communities and habitat types; critically discuss issues related to wetland and riparian habitat policies, conservation or management; use the learned principles for solving real-world problems in conservation or management of wetland and riparian habitats.</p> <p>Skills: Students will be able to apply scientific methods and use tools for data gathering and analyses in the field and laboratory</p> <p>Competencies: critical thinking, problem solving, managing information, communication and cooperation</p>				
Class topics					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. What is a Wetland</li> <li>2. Wetland Classification, &amp; Function: an overview</li> <li>3. Hydrology: Surface water and hydrodynamics</li> <li>4. Hydrology: Ground water and topographic convergence</li> <li>5. Wetland Functions: Hydrology</li> <li>6. Wetland Plants</li> <li>7. Wetland Soils</li> <li>8. Wetland Functions: Biogeochemistry, Productivity &amp; Energy Flow.</li> <li>9. Wetland Functions: Wetland Plant and Faunal support</li> <li>10. Wetland Federal, State, Local, and Tribal Regulation</li> <li>11. Intro to human interaction</li> <li>12. Ecological Assessment Overview</li> <li>13. Climate perspective</li> <li>14. Ecosystem Services</li> </ol>					
Literature					
<p>Obligatory:  Lovett, S., Price, P. (Eds.), (2007). Principles for riparian lands management. Land &amp; Water Australia, Canberra, AUS.  Keddy, P. A. (2010). Wetland ecology: principles and conservation. Cambridge University Press.</p> <p>Supplemental:  Maitland, P., S., Morgan, N., C. (1997) Conservation management of freshwater habitats: lakes, rivers and wetlands. Springer Science + Business Media New York. pp. 233.</p>					
Tests and evaluation - criteria					
	Max points	Pass points		BiH	ECTS
Tests <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminar paper	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Written final exam	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Total	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

L-lectures, P-practical classes, C-consultations, S-seminar paper, Is-individual/independent study/work

Study program	Cycle	Master study (II)			
	Name of Study Programme	Ecological monitoring of Freshwaters (EMAB)			
Course Name					
<b>Numerical Ecology</b>					
Course number	Semester	Type of course	Credits(ECTS)	Hours (L+E)	
	I or II	Optional	6	45+45	
Objectives	(1) data type and standardization(working with multivariate data); (2) classification and cluster analyses(working with groups); (3) ordination and related methods (working with gradients); (4) computer approaches to multivariate statistical analyses				
Outcomes	Students should gain broad understanding of the various multivariate techniques with respect to the types of research and data sets appropriate for each technique in ecology. The course is strongly focused on project-based learning, group work, discussions and analysis of problem sets. This course aims to present students with a necessary background in various multivariate and spatial statistical techniques commonly used to analyze biological and environmental data. Topics covered include <ol style="list-style-type: none"> <li>1. basic data science and visualization,</li> <li>2. vector and matrix operations,</li> <li>3. multivariate techniques,</li> <li>4. clustering techniques,</li> <li>5. multivariate analysis</li> <li>6. ecological modeling applications.</li> </ol>				
Description					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. An introduction to multivariate statistics</li> <li>2. Review of basics of vector and matrix algebra and applicability to multivariate analysis (MVA).</li> <li>3. Ecological data sets(working with multivariate data)</li> <li>4. Dimensional analysis in ecology</li> <li>5. Multidimensional quantitative data</li> <li>6. Multidimensional semiquantitative data and qualitative data</li> <li>7. The basic of clustering and ordination</li> <li>8. Q and R analysis; Q mode; R mode</li> <li>9. Cluster analysis (working with groups, finding groups,testing for differences among groups (e.g., multi-response permutation procedures, and describing group differences (e.g., discriminant analysis, classification tree analysis))</li> <li>10. Multivariate analysis of variance(ANOVA-standard analysis of variance (ANOVA), ANCOVA (analysis of covariance</li> <li>11. MANOVA (Multivariate ANOVA) and MANCOVA (Multivariate ANCOVA)</li> <li>12. Regression analysis</li> <li>13. Unconstrained ordination</li> <li>14. Canonoal ordination</li> <li>15. Spatial structures and spatial analysis</li> </ol>					
Bibliography					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Daniel Borcard, François Gillet, Pierre Legendre, Numerical Ecology with R(use R!). Springer (2011).</li> <li>2. J.Douglas Carol, Oaul E. Green with contribution Anil Chaturvedi, Mathematical Tools for Applied Multivariate Analysis. Akademik Press (1997)(Revised edition).</li> <li>3. Karadžić, B., Marinković, S. Kvantitativna ekologija. IBISS, Beograd (2009).</li> <li>4. Pierre Legendre, Louis Legendre, Numerical Ecology. Third English Edition. Elsevier (2012).</li> <li>5. Kevin McGarigal, Sam Cushman, Susan Stafford, Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research. Springe (2000).</li> </ol>					
Evaluation methods and grading					
	Maximum score	Minimum score to pass exam		BiH	ECTS
Exam	50	30	< 55,00	5	F
Project	50	25	55,00 – 64,99	6	E
Total	100	55	65,00 – 74,99	7	D
			75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

L-lectures, P-practical classes, C-consultations, S-seminar paper, Is-individual/independent study/work

Study program	Type of study (cycle)		Master study (II)		
	The name of the study program		Ecological monitoring of Freshwaters		
Subject name/Module title					
<b>Ecotoxicology of aquatic ecosystems</b>					
Module code	Semester	Course status	ECTS (credits)	Contact hours (L+E+C+S+In)	
	I or II	Optional	6	30+30+20+30+40	
The aim of the module/subject	Provide knowledge of the interactions between anthropogenic chemicals and aquatic ecosystems as well as of methods employed in aquatic toxicity testing. The origin, toxicity, fate of pollutants and their impact at the molecular, biochemical, cellular, physiological, organismal, and community levels of organization will be presented. Students will also be exposed to some of the classical methodologies and understand basic concepts behind both in situ and in vitro aquatic toxicity testing with special attention given to biological markers in aquatic organisms. This module aims to develop awareness of the major current theories and concepts in field of aquatic ecotoxicology.				
Learning outcome	<p>Knowledge: knowledge about main classes of toxicants including emerging contaminants in water bodies and main effects of toxic agents in aquatic organisms; ability to think and work interdisciplinary.</p> <p>Skills: a good overview about the most important methods and study approaches used in studies and research of environmental pollutant chemicals; capacity for process analysis, systemic thinking as well as for a goal oriented, structured, efficient working method.</p> <p>Competencies: ability to do research in this area and expand and transfer further knowledge; abilities to know and understand the positions of different stakeholders in ecotoxicology; the ability to present the research results to an international audience and to discuss the results.</p>				
Course content with thematic units per week					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to the module; Toxicology (toxin, toxicant, toxicity) –acute, chronic and life cycle toxicity</li> <li>2. Pollutants - the production, use and effects of various classes of environmental pollutants and their pathways in different ecosystems; Characteristics of environmental chemicals</li> <li>3. Ecosystems and their functioning (global pollution impacts)</li> <li>4. Environmental Chemistry - use of chemicals, routes of entry in the environment and basic Lab Course Environmental Chemistry (fundamental chemical and physical water analysis)</li> <li>5. Principles of ecotoxicology</li> <li>6. Ecotoxicology of aquatic ecosystems</li> <li>7. Bioindicators in aquatic ecotoxicology - bioaccumulation and biomagnification</li> <li>8. Biomonitoring in aquatic ecotoxicology (<i>in situ</i> and <i>ex situ</i>)</li> <li>9. Ecotoxicological tests (types, test organisms) and overview of the most used ecotoxicological tests</li> <li>10. Macroinvertebrates in ecotoxicological studies of aquatic ecosystems; Ecotoxicological field studies;</li> <li>11. Aquatic plants and ecotoxicological assessment in freshwater ecosystems</li> <li>12. Plant species sensitivity and minimum data requirements for chemical risk assessments in aquatic ecosystems</li> <li>13. Methods in ecotoxicology - selected examples of ecotoxicity tests (unicellular algae growth inhibition test, acute toxicity test on <i>Daphnia magna</i> and/or fish acute toxicity test)</li> <li>14. Basics of environmental risk assessment and international strategies of addressing ecotoxicological problems in nature</li> <li>15. Seminar on data handling, revision and exam preparation</li> </ol>					
Literature:					
Basic/required:					
Đug, S., Drešković, N., Trožić Borovac, S., Mušović, A., Vesnić, A., Trakić, S, Gajević, M., Bešta Gajević, R., Šljuka, S., Mirić, R., Korjenić, E., Škrijelj, R. (2020): Biomonitoring akvatičnih ekosistema. Univerzitet u Sarajevu, pp. 344.					
Amiard-Triquet, C., Amiard, J-C, Mouneyrac, C. (2015): Aquatic Ecotoxicology: Advancing Tools for Dealing with Emerging Risks. Academic Press, Elsevier Inc., London.					
Calow, P. P. (Ed.). (2009): Handbook of ecotoxicology. John Wiley & Sons.					
Walker, C.H., Hopkin, S.P., Sibly, R.M., Peakall, D.B. (2006): Principles of Ecotoxicology. Taylor and Francis, London.					
Advanced/additional:					
National Research Council: (2014). A Framework to Guide Selection of Chemical Alternatives.					
Nollet, M.L., De Gelder, L.S.P (2014): Handbook of water analysis. CRC Press, Boca Raton.					
Knowledge assessment and evaluation - criteria					
	The maximum number of points	Pass points		BiH	ECTS
Written exam(s)	36	20	< 55,00	5	F
Seminar paper	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Written final exam	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Total points	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

L-lectures, P-practical classes, C-consultations, S-seminar paper, Is-individual/independent study/work

Study program	Type of study (cycle)	Master study (II)		
	Name of the study program	Ecological monitoring of Freshwaters (EMAB)		
Naziv predmeta				
<b>Algology</b>				
Course code	Semester	Course status	ECTS	Contact hours (L+E+C+S+In)
	I or II	Optional	6	30+30+20+30+40
Course Objective	Course provides a comprehensive overview of classical and contemporary aspects of the freshwater algal ecology and takes full advantage of the excellent range of aquatic habitats to provide a sound introduction to community succession and species interactions in plankton and benthos.			
Course Outcome	Students will develop knowledge of algal community monitoring methods at different spatial and temporal scales in a diversity of freshwater habitats. Students will be able to apply ecological principles in describing relationships between algal community and habitats and explain the environmental controls of the algal distribution in plankton and benthos. Students will acquire a foundation for understanding complex ecological processes in freshwaters and will be able to apply it in biomonitoring and next generation biomonitoring.			
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction to Systematics. Systematics development. Systematics in the order of the natural sciences. Systematic categories. Basic principles of nomenclature. General characteristics of algae (cell structure, algae body structure, algae diet, algal propagation modes, and algae life cycle). Characteristics of algae with a prokaryotic type of cell organization. Algae characteristics with eukaryotic cell organization type.</li> <li>2. Classification of algae A. (Division Cyanophyta - Class Cyanophyceae; Division Rhodophyta - Class Bangiophyceae, Class Florideophyceae).</li> <li>3. Classification of algae B. (Division Heterokontophyta - Class Chrysophyceae, Class Parmophyceae, Class Sarcinochrysidophyceae, Class Xanthophyceae, Class Eustigmatophyceae, Class Bacillariophyceae Class raphidophyte, Class Dictyochophyceae, class Phaeophyceae; Division Haptophyta - Class Primmnesiophyceae; Division Cryptophyta - Class Cryptophyceae; Division Dinophyta - Class Dinophyceae; Division Euglenophyta – Euglenophyceae).</li> <li>4. Classification of algae C. (Division Chlorophyta - Class Prasinophyceae, Class Ulvophyceae, Class Chlorophyceae, Class Chlorophyceae).</li> <li>5. Algae: the major microbial biomass in freshwater systems. Taxonomic and molecular characterisation. Size, shape and surface mucilage. Activities within the freshwater environment. Strategies for survival. Biodiversity in the algal community.</li> <li>6. Freshwater environments: the influence of physico-chemical conditions on algal communities.</li> <li>7. Lakes. Lake morphology and hydrology. Lakes as isolated environments. Climatic influence on lakes.</li> <li>8. Wetlands. General characteristics. Wetland habitats and communities.</li> <li>9. Rivers. Comparison of lotic and lentic ecosystems. River flow and benthic community. River hydrology.</li> <li>10. Adverse and extreme conditions in freshwater environments. Adverse conditions as part of the environmental continuum. The role of ecosystem assessment in environmental management.</li> <li>11. Use of algae in ecological assessments. A framework for ecological assessment. Sampling algae in freshwater habitats. Sampling design. Sampling technique.</li> <li>12. Attributes of algal assemblages – biomass, chemical composition, functional attributes, taxonomic composition.</li> </ol>			
	<p>Compulsory:  Barudanović, S., Mašić, E. (2015). Raznolikost i sistematika algi. Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet. Fojnica d.d. „Fojnica“, pp 1-153.  Dodds W.K., While M. R. (2010). Freshwater Ecology, Second Capacity Building in the field of Higher Education – Joint Projects Development of master curricula in ecological monitoring and aquatic bioassessment for Western Balkans HEIs / ECOBIAS Page 47 of 404 edition: Concepts and Environmental Applications of Limnology (Aquatic ecology), Academic press, New York, NY.</p> <p>Supplementary:  Wehr, J. D., Sheath, R. G., &amp; Kociolek, J. P. (Eds.). (2015). Freshwater algae of North America: ecology and classification. Elsevier.  Barudanović, S., Macanović, A., Topalić-Trivunović, Lj., Cero, M. (2015). Ekosistemi Bosne i Hercegovine u funkciji održivog razvoja. Sarajevo, 2015.  Van den Hoek, C., Mann, D.G. &amp; Jahns, H.M. (1995). Algae, an introduction to phycology. Cambridge University Press.  Hoek, C. van den, Mann, D.G., Jahns, H.M. (1995): Algae: an introduction to phycology. Cambridge University Press, Cambridge.  Lee, R.E. (1999): Phycology. 3 ed., Cambridge University Press, Cambridge.</p>			
Provjera znanja i ocjenjivanje - kriteriji				
	Maksimalan broj	Bodovi za	BiH	ECTS

	bodova	prolaz			
Testovi <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminarski rad	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Pismeni završni ispit	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Ukupno	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

L-lectures, P-practical classes, C-consultations, S-seminar paper, Is-individual/independent study/work

Study program	Type of study (cycle)		Master study (II)		
	Name of the study program		Ecological monitoring of Freshwaters (EMAB)		
Course					
<b>Ecological projects</b>					
Course code	Semester	Course status	ECTS	Contact hours (L+E+C+S+In)	
	I or II	Optional	6	30+30+20+30+40	
Course objective	The aim of this course is to explain how to recognize priorities for various conservation actions and how to build reliable, cost-effective and successful project proposals to realize it.				
Learning outcome	<p>Knowledge: This course will provide training in writing conservation project proposals.</p> <p>Skills: The course teaches how to use specific protocols to identify priority areas and separate them from processes which threaten their persistence, and how networks of priority areas in particular region can form the framework for building other conservation actions.</p> <p>Competences: Through dynamic mixture of conservation theory and presentation of various case studies students will be encouraged to recognize hot topics in conservation and to apply that knowledge in their surrounding by learning how to make own conservation project proposal and apply for real funds.</p>				
Course content with thematic units					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The importance of conserving biodiversity</li> <li>2. Major factors threatening biodiversity</li> <li>3. Identifying conservation priorities</li> <li>4. Concept of conservation-ecological project.1.</li> <li>5. 6. Assessment of the state of protection.1.</li> <li>6. Legal basis of environmental protection in Bosnia and Herzegovina</li> <li>7. Legal basis of environmental protection in the European Union and the International Convention</li> <li>8. Biological values of Bosnia and Herzegovina</li> <li>9. Application of protection status assessment in environmental protection projects</li> <li>10. Monitoring as the backbone of the conservation-environmental project</li> <li>11. Species and community monitoring projects</li> <li>12. Basics of conservation and development projects</li> <li>13. Species conservation management projects</li> <li>14. Protection management projects and sustainable exploitation projects</li> <li>15. Projects of ecological education and ecological tourism</li> </ol>					
Literature					
Mandatory:					
Pullin, A.S. 2002. Conservation Biology. Cambridge University Press.					
Sutherland, W. 2000. The Conservation Handbook: Research, Management and Policy. Wiley.					
Knowledge assessment and evaluation - criteria					
	Maximum number of points	Pass points		BiH	ECTS
Test <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminar paper	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Written final exam	45	25	65,00 – 74,99	7	D
In total	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

L-lectures, P-practical classes, C-consultations, S-seminar paper, Is-individual/independent study/work

Study program	Type of study (cycle)	Master study (II)			
	Name of the study program	Ecological monitoring of Freshwaters (EMAB)			
Course					
<b>Forensic essentials in aquatic insects ecology</b>					
Course code	Semester	Course status	ECTS	Contact hours (L+E+C+S+In)	
	I or II	Optional	6	30+30+20+30+40	
Course Objective	The aim of this course is to provide broad knowledge about the use of aquatic insects in determining the post-mortem intervals of invertebrates and vertebrates found in water after environmental stress. The aim is also to present physical, chemical, geographical and biological parameters that influence the colonization speed of dead animals by insects and introduce students to different methods (traditional and modern) of insect identification.				
Course outcome	<p><i>Knowledge:</i> Students should gain broad understanding about aquatic ecology of biota relevant for forensic science and apply it to help solve litigation in civil and criminal cases.</p> <p><i>Skills:</i> Students will learn about the techniques used to identify forensically important insects and the proper techniques for collecting and breeding forensically important insects. Students will acquire positive laboratory practice skills and learn the basics of biosecurity. Students will master methods of applying sequential data and bioinformatics databases and software for the purpose of identifying forensically important insects.</p> <p><i>Competencies:</i> Students who successfully complete this course will be aware of the challenges and opportunities presented by this emerging discipline. This course is designed to provide students with a basic understanding of the interaction between the discipline of entomology and forensic science (the application of science during criminal investigation). Students will be taught the basic entomology concepts necessary to understand forensic entomology, using a blend of lecture, discussion, and active classroom work. Students will also learn how to apply modern genetic and bioinformatics methods in solving various forensic issues.</p>				
Course content with thematic units					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction and history of forensic entomology</li> <li>2. Introduction to insect anatomy. Biosystematic review. The role of aquatic insects in forensics.</li> <li>3. Collection of entomological evidence. Laboratory insect breeding for forensic purposes.</li> <li>4. Insect identification</li> <li>5. Postmortem decomposition. Succession of insects in the natural environment.</li> <li>6. Factors influencing insect succession. Estimation of postmortem interval (time of death)</li> <li>7. Molecular methods in forensic entomology. DNA barcoding in forensic analysis of aquatic insects</li> <li>8. Bioinformatics methods in sequence data analysis</li> <li>9. Other applications of forensic entomology. Case studies.</li> </ol>					
Literatura					
<b>Mandatory:</b>					
Byrd JH, Tomberlin JK (2010) Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations, 2nd Edition. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.					
Markquez-Grant N, Roberts J (2012) Forensic Ecology Handbook. From Crime Scene to Court. Wiley-Blackwell. Oxford.					
Claverie J-M, Notredame C (2006) Bioinformatics for Dummies, 2nd edition. Wiley-Blackwell. Oxford.					
<b>Auxiliary:</b>					
Wells JD, Stevens JR (2008) Application of DNA-Based Methods in Forensic Entomology. Annual Review of Entomology, 53:103–20.					
Gemmellaro MD, Hamilton GC, Ware JL (2019) Review of Molecular Identification Techniques for Forensically Important Diptera. Journal of Medical Entomology, doi: 10.1093/jme/tjz040.					
Meng F, Ren L, Wang Z, Deng J, Guo Y, Chen C, Finkelbergs D, Cai J (2017) Identification of Forensically Important Blow Flies (Diptera: Calliphoridae) in China Based on COI. Journal of Medical Entomology, 54(5), 2017, 1193–1200.					
Knowledge assessment and evaluation - criteria					
	Maximum number of points	Pass points		BiH	ECTS
Test <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Seminar paper	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Written final exam	45	25	65,00 – 74,99	7	D
In total	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

L-lectures, P-practical classes, C-consultations, S-seminar paper, Is-individual/independent study/work



Study program	Type of study (cycle)	Master study (II)		
	Name of the study program	Ecological monitoring of Freshwaters (EMAB)		
Course/modul title				
<b>Freshwater microbiology</b>				
Modul code	Semester	Modul	Credits	Contact hours (L+E+C+S+In)
	I or II	Optional	6	30+30+20+30+40
Learning goals	<p>Freshwater microbiology Course Objective:</p> <p>To describe the role of microorganisms in the freshwater ecosystems and their importance in monitoring of water quality of different freshwater environments. Description of microbial loop and microbial diversity in in different environmental systems including lakes, rivers and wetlands.</p> <p>To describe microbial response to eutrophication.</p> <p>To introduce the fundamentals of water borne disease transmission and to describe agents of disease: bacterial pathogens, viral pathogens, protozoan pathogens, and other vectors of disease.</p>			
Learning outcomes:	<p>Learning outcomes: after passing the module, students will be able to explain the role of microorganisms in aquatic ecosystems and the metabolic diversity of microorganisms in water. Students will know about infectious diseases that are transmitted by contaminated water and the causes of these diseases. Students will be able to assess and monitor the quality of surface waters based on the presence of indicator microorganisms. Students will know the role of microorganisms in the process of wastewater remediation and the impact of polluted water on aquatic organisms.</p> <p>Learning goals/competencies: after successfully completed pre-examination and examination obligations, the student will be able to sample water for microbiological analysis, detect and identify indicators of fecal origin using various methods. Students will be able to categorize surface waters based on the results of microbiological analyzes and assess the degree of contamination.</p> <p>Competencies: students will have the skills and be able to work in diverse teams in the field of freshwaters microbiology. Students will be able to coordinate complex tasks within their group and will be able to use relevant methods and results in identifying sources of pollution and preventing them. Students will know how to use their technical knowledge for solving problems.</p>			
Module Content (Module Timetable)				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction in water microbiology</li> <li>2. Microbial loop; Microbial diversity in aquatic ecosystem;</li> <li>3. Microbial contamination of freshwaters environments</li> <li>4. Waterborn diseases</li> <li>5. Microbial indicators of water quality</li> <li>6. Water quality classification</li> <li>7. Water sampling for analysis</li> <li>8. Methods for water microbiological quality assessment</li> <li>9. Detection and identification of coliforms and <i>E. coli</i></li> <li>10. Detection and identification of fecal enterococci, <i>Clostridium perfringens</i> and <i>Pseudomonas aeruginosa</i></li> <li>11. <i>Membrane filter</i> technique</li> <li>12. Wastewater microbiology</li> <li>13. Microbiology laboratory manual and analysis</li> <li>14. <i>Bioremediacion</i> in fresh water bodies</li> <li>15. Assessment of aquatic pollution using histopathology in fish</li> </ol>				
Literature				
<p>Basic/required literature:</p> <p>Đug S., Drešković N., Trožić-Borovac S., Mušović A., Vesnić A., Trakić S., Gajević M., Bešta-Gajević R., Šljuka S., Mirić R., Korjenić E., Škrijelj R. (2020): Biomonitoring akvatičnih ekosistema. Univerzitet u Sarajevu.</p> <p>Markert B.A., Breure A.M., Zechmeister H.G. (2003): Bioindicators &amp; Biomonitoring Principles, Concepts and Applications. Elsevier Science Ltd. ISBN 0-08-044177-7 (selected chapters).</p> <p>Petrović O., Gajin S., Matavulj M., Radnović D., Svirčev Z. (1998): Microbiological investigation of surface water quality. Institute of Biology, Faculty of Sciences, University of Novi Sad.</p> <p>Sigee, D. (2005): Freshwater Microbiology. John Wiley and Sons Ltd. England.</p> <p>Additional literature:</p> <p>Chigbu P., Sobolev D. (2007): Bacteriological Analysis of Water. In: Nollet L.M.L. (2007) Handbook of water analysis 2nd ed. Taylor &amp; Francis Group USA.</p>				
Knowledge assessment and evaluation - criteria				
	Maximal point	Points for	BiH	ECTS

	number	passing the exam			
Partial test exam <sup>2</sup>	36	20	< 55,00	5	F
Students activity/seminar <sup>1</sup>	19	10	55,00 – 64,99	6	E
Final test exam	45	25	65,00 – 74,99	7	D
Total	100	55	75,00 – 84,99	8	C
			85,00 – 94,99	9	B
			95,00 – 100,00	10	A

L-lectures, P-practical classes, C-consultations, S-seminar paper, Is-individual/independent study/work

## Spisak izvođača nastave na studijskom programu: Ekološki monitoring i biološka procjena kvaliteta voda (EMAB)

<b>Predmet</b>	<b>Odgovorni nastavnik</b>	<b>Ostali izvođači nastave</b>
Ekotoksikologija akvatičnih ekosistema	Aldijana Mušović	Erna Karalija, Nevzeta Ljubijankić, Sabina Begić, Jasna Huremović
Algologija	Senka Barudanović	Ermin Mašić
Ekologija kopnenih voda	Sadbera Trožić Borovac	Rifat Škrijelj, Sabina Trakić, Senad Šljuka
Sistem za evaluaciju i konzervaciju rijeka	Samir Đug	Adi Vesnić, Sabina Trakić, Mahir Gajević
GIS i daljinska istraživanja u ekomonitoringu	Nusret Drešković	Ranko Mirić
Slatkovodna mikrobiologija	Renata Bešta Gajević	Sabina Dahija, Selma Pilić
Numerička ekologija	Senada Kalabušić	Armin Macanović
Osnovi forenzike u ekologiji akvatičnih insekata	Belma Kalamujić Stroil	Adi Vesnić, Armin Macanović
Močvarna i priobalna ekologija	Sabina Trakić	Samir Đug, Senad Šljuka
Ekološki projekti	Rifat Škrijelj	Samir Đug, Adi Vesnić, Mahir Gajević

Odluke o izboru nastavnog osoblja i biografije