

KLASA: 007-01/24-03/02  
URBROJ: 2170-137-01-24-273  
Rijeka, 15. listopada 2024.

Na temelju članka 34. Statuta Sveučilišta u Rijeci (KLASA: 030-01/23-01/05, URBROJ: 2170-137-01-23-2 od 2. listopada 2023. godine), članka 18. Pravilnika o cjeloživotnom obrazovanju Sveučilišta u Rijeci (KLASA: 030-01/24-01/16, URBROJ: 2170-137-01-24-1 od 28. svibnja 2024. godine) te Mišljenja Povjerenstva za cjeloživotno obrazovanje (KLASA: 644-07/24-01/69, URBROJ: 2170-137-12-24-5 od 8. listopada 2024. godine) Senat Sveučilišta u Rijeci na svojoj 99. sjednici održanoj dana 15. listopada 2024. godine donosi sljedeću

### ODLUKU

#### **o usvajanju programa cjeloživotnog obrazovanja pod nazivom „Matematika u umjetnoj inteligenciji“ (strateška mikrokvalifikacija), Fakulteta za matematiku**

#### I.

Senat donosi Odluku o usvajanju programa cjeloživotnog obrazovanja pod nazivom „Matematika u umjetnoj inteligenciji“ (strateška mikrokvalifikacija). Nositelj i izvoditelj programa je Fakultet za matematiku.

#### II.

Program cjeloživotnog obrazovanja pod nazivom „Matematika u umjetnoj inteligenciji“ je program stručnog usavršavanja s ECTS bodovima. Završetkom programa stječe se 30 ECTS bodova.

#### III.

Program cjeloživotnog obrazovanja iz točke I. ove Odluke, čini sastavni dio ove Odluke.

#### IV.

Ova Odluka stupa na snagu danom donošenja.

 REKTORICA  
prof. dr. sc. Snježana Prijić-Samaržija

#### DOSTAVITI:

1. Fakultetu za matematiku,
2. Povjerenstvu za cjeloživotno obrazovanje Sveučilišta u Rijeci,
3. Centru za studije i cjeloživotno obrazovanje,
4. Pismohrani, ovdje.

## OBRAZAC ZA OPIS PROGRAMA CJELOŽIVOTNOG OBRAZOVANJA

### Programi cjeloživotnog obrazovanja s ECTS bodovima

OPĆE INFORMACIJE O PROGRAMU CJELOŽIVOTNOG OBRAZOVANJA	
Naziv programa	Matematika u umjetnoj inteligenciji
Vrsta programa (odabrati vrstu programa)	<input type="checkbox"/> a) Razlikovni program <input checked="" type="checkbox"/> b) Program stručnog usavršavanja s ECTS bodovima <input type="checkbox"/> c) Program ovlaštenog tijela s ECTS bodovima
Područje programa (znanstveno/umjetničko)	Prirodne znanosti
Razina programa (ako je primjenjivo)	Diplomski
Obujam programa (ECTS bodovi)	30
Trajanje programa	2 semestra
Nositelj programa	Fakultet za matematiku, Sveučilište u Rijeci
Izvoditelj/i programa	Fakultet za matematiku, Sveučilište u Rijeci
Voditelj programa	prodekan za nastavu i studente (po funkciji)

## 1. UVOD

### 1.1. Razlozi za pokretanje programa

Osnovni razlog za pokretanje programa je odgovor na potrebe gospodarstva. Već je sada potreba za stručnjacima koji imaju znanja, vještine i kompetencije iz područja umjetne inteligencije velika, a u budućnosti će potražnja za takvim stručnjacima rasti. Razvoj umjetne inteligencije i sustava koji su bazirani na principima umjetne inteligencije u današnje doba doživljava snažan rast i procvat. Umjetna inteligencija bavi se proučavanjem i oblikovanjem računarskih sustava koji pokazuju neki oblik inteligencije. Kao glavni alat u razvoju i takvih sustava ima matematika. Metode koje se razvijaju bazirane su na matematičkim metodama. Iz tog razloga na tržištu postoji široka potražnja za edukacijom matematičkih metoda potrebnih u umjetnoj inteligenciji. Obrazovanje matematičara koji su dodatno educirani u području umjetne inteligencije imat će pozitivan utjecaj na privredu, a također će povećati zapošljivost polaznika ove mikrokvifikacije, koja je ionako velika za matematičare u Republici Hrvatskoj i cijeloj Europskoj Uniji.

### 1.2. Procjena svrhovitosti s obzirom na potrebe tržišta rada u javnom i privatnom sektoru

Upotreba umjetne inteligencije u raznim aspektima života sve je veća. Jasno je da će posljedično broj poslova u kojima će se tražiti kompetencije vezane za umjetnu inteligenciju biti sve veći. Kompetencije iz matematičkih osnova umjetne inteligencije omogućuju ne samo korištenje umjetne inteligencije, već i razvoj alata umjetne inteligencije. To daje važnost ovom programu mikrokvifikacije, koji u budućnosti može prerasti u modul sveučilišnog diplomskog studija Matematika.

#### 1.2.1. Povezanost s lokalnom zajednicom (gospodarstvo, poduzetništvo, civilno društvo)

U suradnji s gospodarstvom izvodit će se kolegij programa koji ima naziv Challenge - Umjetna inteligencija, u okviru kojeg će polaznici programa primjenom matematike i umjetne inteligencije modelirati problem iz gospodarstva. Na taj će se način polaznici programa upoznati s načinom rada u gospodarstvu i problemima koji se u gospodarstvu trebaju rješavati, a gospodarstvenici će se upoznati s polaznicima ovog programa i načinima na koje matematičari sa znanjima, vještinama i kompetencijama iz područja umjetne inteligencije mogu unaprijediti rad u gospodarstvu.

#### 1.2.2. Usklađenost sa zahtjevima strukovnih udruženja (preporuke)

Sva relevantna udruženja matematičara, od lokalnog Društva matematičara i fizičara u Rijeci, do nacionalnog Hrvatskog matematičkog društva te Europskog matematičkog društva (European Mathematical Society) i međunarodnog matematičkog udruženja (International Mathematical Union) u ciljevima imaju promoviranje primjene matematike u privredi. Pri osmišljavanju programa uzet je u obzir i izvor Tuning Educational Structures in Europe (<http://www.unideusto.org/tuningeu/>). U Tuning Educational Structures in Europe, kao jedne od najvažnijih kompetencija koje se stječu obrazovanjem ističu se sposobnost za analizu i sintezu, sposobnost rješavanja problema, sposobnost primjene znanja u praksi i sposobnost donošenja odluka. Sve ove kompetencije razvijaju se u sklopu ovog programa. Među specifičnim kompetencijama u području obrazovanja vezanog za gospodarstvo navode se matematičke kompetencije, a kod kompetencija vezanih za matematiku ističu se sposobnost dokazivanja, sposobnost matematičkog modeliranja i sposobnost rješavanja problema koristeći matematičke alate. Sve te kompetencije stječu se i razvijaju u sklopu ovog programa.

#### 1.2.3. Navesti moguće partnere/korisnike izvan visokoškolskog sustava koji su iskazali interes za program

Na Sveučilišnom diplomskom studiju Diskretna matematika i primjene u suradnji s privredom izvodi se kolegij Seminar primijenjene diskretne matematike. Ta suradnja proširit će se na izvođenje ovog programa.

#### 1.3. Institucijska strategija razvoja programa cjeloživotnog učenja (usklađenost sa Strategijom institucije)

Program je usklađen je sa Strategijom Sveučilišta u Rijeci 2021. – 2025., koju je Vijeće Odjela za matematiku na 37. sjednici, održanoj 17. ožujka 2021. godine prihvatilo kao strateški dokument Odjela za matematiku Sveučilišta u Rijeci (sada Fakultet za matematiku Sveučilišta u Rijeci). Razvoj programa cjeloživotnog obrazovanja ima važno mjesto u Strategiji Sveučilišta. Posebno, jedan od ciljeva Strategije s kojim je usklađen ovaj program je cilj Razvijati praktične kompetencije studenata, u dijelu Učenje i poučavanje. Program je također usklađen s ciljem Ponuditi edukativne programe za gospodarstvo i zajednicu, u dijelu Transfer znanja i regionalna uključenost.

#### 1.4. Ostali važni podaci – prema mišljenju predlagača

Ukoliko će kadrovske mogućnosti to dozvoljavati, u budućnosti se može razmotriti mogućnost uključivanja ovog programa u YUFE obrazovnu ponudu Minora.

## 2. OPIS PROGRAMA CJELOŽIVOTNOG PROGRAMA

### 2.1. Ishodi učenja na razini programa

Nakon završenog programa mikrokvalifikacije Matematika u umjetnoj inteligenciji polaznici će:

- poznavati i razlikovati osnovne i napredne pristupe, metode i algoritme umjetne inteligencije i strojnog učenja te ih uspješno primjenjivati na rješavanje tipičnih problema iz područja,

- moći povezati i primijeniti matematičke modele s pristupima i metodama u umjetnoj inteligenciji i strojnom učenju kako bi se argumentirano rješavali problemi koristeći moderne koncepte i pristupe,
- moći matematički dokazati utemeljenost postupaka i formula obrađenih u okviru kolegija ovog programa mikroakvalifikacije,
- biti osposobljeni za argumentiranu uporabu usvojenih teorema, postupaka i formula u rješavanju zadataka,
- biti osposobljeni za argumentiranu primijenu matematike i umjetne inteligencije pri modeliranju i simuliranju realnih problema uz analizu dobivenih rezultata.

## 2.2. Uvjeti za upis programa

Ovaj program mogu upisati osobe koje su završile sveučilišni prijediplomski studij matematike na bilo kojem od hrvatskih ili inozemnih sveučilišta.

Budući će se program izvoditi na razini diplomskog studija matematike, za praćenje kolegija ovog programa potrebno znanje na razini onog koje se stječe na prijediplomskim studijima matematike. Stoga program mogu upisati i osobe koje su završile neki drugi sveučilišni prijediplomski studij i pritom stekli minimalno 100 ECTS bodova iz matematičkih kolegija, što se utvrđuje na temelju dostavljenih dokumenata.

*2.2.1. Navesti studijske programe predlagača ili drugih institucija u RH s kojih je moguć upis na predloženi program (ispunjava se samo za programe pod točkom b) Razlikovni program u postupku stjecanja akademskog naziva (ako je primjenjivo))*

## 2.3. Popis kolegija i/ili modula (ukoliko postoje) s brojem sati nastave i brojem ECTS bodova (Tablica 1.)

POPIS KOLEGIJA/MODULA						
Semestar/trimestar: zimski						
MODUL	KOLEGIJ	NOSITELJ	P	V	S	ECTS
Obvezni kolegiji	Matematičke osnove umjetne inteligencije	izv. prof. dr. sc. Andrea Švob	30	30	0	6
	Strojno učenje	doc. dr. sc. Sanda Bujačić Babić	30	30	0	6
	Teorija grafova	prof. dr. sc. Dean Crnković	30	15	15	6
Semestar/trimestar: ljetni						
MODUL	KOLEGIJ	NOSITELJ	P	V	S	ECTS
Obvezni kolegiji	Challenge - Umjetna inteligencija	prof. dr. sc. Dean Crnković, izv. prof. dr. sc. Tajana Ban Kirigin, doc. dr. sc. Sanda Bujačić Babić	0	30	15	6
Izborni kolegiji	Kombinatorna i heuristička optimizacija	doc. dr. sc. Doris Dumičić Danilović	30	30	0	6
	Optimizacijske tehnike u rudarenju podataka	doc. dr. sc. Daniel R. Hawtin	30	20	10	6
	Neuronske mreže	doc. dr. sc. Sanda Bujačić Babić	30	30	0	6

*Napomena: Za svaki kolegij potrebno je izraditi opis kolegija (Tablica 2.)*

#### 2.4. Struktura programa, ritam pohađanja i obveze polaznika

Program se u pravilu izvodi u dva semestra. Da bi završili program, polaznici moraju položiti obvezne kolegije i jedan od izbornih kolegija i time steći 30 ECTS bodova.

##### 2.4.1. Uvjeti upisa u sljedeći semestar ili trimestar

(ispunjava se obavezno za programe pod točkom **b) Razlikovni program u postupku stjecanja akademskog naziva**)

/

#### 2.5. Obrazložiti multidisciplinarnost/interdisciplinarnost programa (ako je primjenjivo)

Program je primjenjiv za stručnjake iz raznih područja znanosti i gospodarstva.

#### 2.6. Način izvođenja programa (moguće je predvidjeti više načina izvođenja programa)

- ☒ učionička nastave  
☐ online nastava  
☐ hibridna nastava

##### 2.6.1. Obrazložiti svrhu izvođenja programa online ili hibridno

##### 2.6.2. Obrazložiti postojanje uvjeta za izvođenje programa online ili hibridno (dostupnost sustava za učenje na daljinu, infrastrukture i dr.)

#### 2.7. Jezik izvedbe programa

- ☒ hrvatski jezik  
☒ engleski jezik  
☐ drugo: \_\_\_\_\_

#### 2.8. Uvjeti za završetak programa

Program mikrokvalifikacije završava polaganjem svih kolegija, odnosno izvršenjem svih nastavnih obveza, te ispunjenjem zahtjeva za izdavanjem potvrde o završetku programa.

#### 2.9. Način praćenja kvalitete i uspješnosti programa (poveznica na procedure koje se primjenjuju)

Pokazatelji uspješnosti kvalitete rada na programu i stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija će biti rezultati evaluacije nastave od strane polaznika programa te analize povratne informacije od strane partnera iz javnog i privatnog sektora, gdje je primjenjivo.

#### Prilog 1. Materijalni i kadrovski uvjeti za izvođenje programa

#### Prilog 2. Financijski plan



Tablica 2. Opis kolegija

OPĆE INFORMACIJE			
Nositelj kolegija	izv. prof. dr. sc. Andrea Švob		
Naziv kolegija	Matematičke osnove umjetne inteligencije		
ECTS	6		
Vrsta nastave i broj sati	Predavanja	Vježbe	Seminari
	30	30	0
Izvođenje kolegija na stranom jeziku (odabрати i navesti jezik)	<input checked="" type="checkbox"/> DA : engleski jezik <input type="checkbox"/> NE		
Semestar (ako je primjenjivo)	zimski		
OPIS KOLEGIJA			
1.1. Cilj kolegija			
<p>Cilj kolegija je upoznati studente s osnovnim pojmovima i algoritmima umjetne inteligencije. U tu će se svrhu u okviru kolegija:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pojmu umjetne inteligencije pristupiti na algoritamski način;</li> <li>- studente će se upoznati s osnovnim metodama i tehnikama koji se javljaju u sustavima umjetne inteligencije poput metoda zaključivanja, učenja i planiranja;</li> <li>- uvesti programski jezik povezan s umjetnom inteligencijom.</li> </ul>			
1.2. Očekivani ishodi učenja kolegija			
<p>Nakon odslušanog predmeta i položenog ispita studenti će biti sposobni:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. analizirati različite pristupe prilikom rješavanja problema vezanih za umjetnu inteligenciju, (A5,B5,C5,D3,E4,F7,G7);</li> <li>12. objasniti osnovne metode koje se javljaju u umjetnoj inteligenciji poput metoda za prikaz znanja, rješavanja problema i učenja, (A5,B5,C5,D3,E4,F7,G7);</li> <li>13. procijeniti primjenjivost osnovnih metoda za prikaz znanja, rješavanje problema i učenje u rješavanju konkretnih problema, (A7,B5,C5,D5,E4,F7,G7);</li> <li>14. razviti inteligentne sustave rješavanjem konkretnih problema, (A7,B6,C6,D5,F7,G7);</li> <li>15. razviti osnovne metode rješavanja problema povezane s umjetnom inteligencijom – temeljne pretrage, zaključivanje, planiranje i tehnike učenja, (A7,B7,C5,D5,E4,F7,G7);</li> <li>16. opisati programski jezik povezan s umjetnom inteligencijom. (A5,B5,C4,E3,F4).</li> </ol>			
1.3. Sadržaj kolegija – povezan s ishodima učenja kolegija			
Osnovni problemi i pitanja vezani za umjetnu inteligenciju. Povijesni razvoj. Osnovne metode i teorije. Rješavanje problema. Prikaz znanja i zaključivanje. Učenje. Programski jezik povezan s umjetnom inteligencijom.			
1.4. Uvjeti za upis kolegija (ako je primjenjivo)			
/			
1.5. Predviđeni način izvedbe nastave			
<input checked="" type="checkbox"/> učionička nastava <input type="checkbox"/> online nastava <input type="checkbox"/> hibridna nastava			

## 1.5.1. Izvedba nastave:

<b>Učionička nastava</b>	<b>Online nastava</b>	<b>Hibridna nastava</b>
<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input checked="" type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input checked="" type="checkbox"/> samostalni zadaci <input checked="" type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input checked="" type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>

## 1.6. Obveze polaznika

Polaznici su obavezni prisustvovati nastavi, aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave, ostvariti određen broj bodova kroz semestar te položiti završni ispit (detalji će biti prikazani u izvedbenom planu kolegija).

1.7. Praćenje<sup>1</sup> rada polaznika (prema potrebi moguće je dodati kategoriju)

Pohađanje nastave	2	Aktivnosti u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit	2	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	2	Referat		Praktični rad	
Portfolio							

## 1.8. Ocjenjivanje i vrednovanje rada polaznika

Rad polaznika na kolegiju će se vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave (npr. kolokviji, provjere, seminari, online testovi, domaće zadaće itd.) i na završnom ispitu u skladu s Pravilnikom o studijima i studiranju na Sveučilištu u Rijeci. Detaljna razrada načina praćenja i ocjenjivanja rada studenata bit će prikazana u izvedbenom planu kolegija.

## 1.9. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)

1. S. J. Russell, P. Norvig, Artificial Intelligence, A Modern Approach, Prentice Hall; 3rd edition, New Jersey, 2010. <http://aima.cs.berkeley.edu/>

## 1.10. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)

1. G. F. Luger, Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving. Addison-Wesley, 2005.

## 1.11. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje očekivanih ishoda učenja kolegija

Krajem semestra provodit će se anonimna anketa u kojoj će polaznici evaluirati kvalitetu održane nastave. Nakon završetka semestra provest će se analiza uspješnosti polaznika na kolegijima pohađanim u tom semestru.

<sup>1</sup> Uz svaki od načina praćenja rada polaznika unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti kolegija. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



OPĆE INFORMACIJE			
Nositelj kolegija	doc. dr. sc. Sanda Bujačić Babić		
Naziv kolegija	Strojno učenje		
ECTS	6		
Vrsta nastave i broj sati	Predavanja 30	Vježbe 30	Seminari 0
Izvođenje kolegija na stranom jeziku (odabрати i navesti jezik)	<input checked="" type="checkbox"/> DA : engleski jezik <input type="checkbox"/> NE		
Semestar (ako je primjenjivo)	zimski		
OPIS KOLEGIJA			
<b>1.1. Cilj kolegija</b>			
<p>Cilj kolegija je upoznati studente s osnovnim pojmovima i najpoznatijim pristupima u strojnom učenju. U okviru kolegija studenti će se upoznati s algoritmima strojnog učenja i njihovim raznolikim praktičnim primjenama. U tu svrhu u okviru kolegija će se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- definirati osnovni pojmovi u strojnom učenju,</li> <li>- opisati i primjenjivati osnovni pristupi u strojnom učenju: nadzirano učenje (regresija, klasifikacija) i nenadzirano učenje (grupiranje),</li> <li>- opisati i primijeniti različite algoritme strojnog učenja,</li> <li>- uvesti i aktivno koristiti programski jezik prilikom rješavanja tipičnih problema strojnog učenja.</li> </ul>			
<b>1.2. Očekivani ishodi učenja kolegija</b>			
<p>Nakon odslušanog predmeta i položenog ispita studenti će biti moći:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. definirati osnovne pojmove i pristupe strojnog učenja (A5,B5,C5,E3,F4),</li> <li>12. identificirati probleme i specifičnosti kod kojih je uspješna primjena tehnika strojnog učenja (A5,B5,C5,D5,E4,F7,G6),</li> <li>13. povezati i primijeniti brojne matematičke modele koji proizlaze najčešće iz polja vjerojatnosti i statistike, a koriste se u algoritmima i tehnikama strojnog učenja (A6,B5,C5,D5,E5,F7,G6),</li> <li>14. razlikovati i analizirati različite algoritme strojnog učenja (A5,B5,C5,E4,F4,G4),</li> <li>15. dokazivati i argumentirano koristiti matematičke zakonitosti i alate koji su osnova algoritama strojnog učenja (A6,B5,C5,D5,E5,F7,G6),</li> <li>16. primijeniti algoritme strojnog učenja na konkretne, praktične probleme (A5,B5,C5,D3,E4,F7,G6).</li> </ol>			
<b>1.3. Sadržaj kolegija – povezan s ishodima učenja kolegija</b>			
<p>Uvod u strojno učenje: osnovni pojmovi, definicije, pristupi. Pojam učenja. Regresija. Klasifikacija. Logistička i softmax regresija. Poopćeni linearni modeli. Gaussova diskriminantna analiza. Naivan Bayesov klasifikator. Laplaceovo zaglađivanje. Jezgrene funkcije. Jezgreni trik. Metoda potpornih vektora. Neuronske mreže. Stablo odlučivanja. Slučajne šume. Algoritam k-najbližih susjeda. Pristranost – varijanca. Regularizacija. Odabir modela i svojstava. Algoritam maksimizacije očekivanja.</p>			
<b>1.4. Uvjeti za upis kolegija (ako je primjenjivo)</b>			
/			
<b>1.5. Predviđeni način izvedbe nastave</b>			

- ☒ učionička nastava  
☐ online nastava  
☐ hibridna nastava

### 1.5.1. Izvedba nastave:

<b>Učionička nastava</b>	<b>Online nastava</b>	<b>Hibridna nastava</b>
<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input checked="" type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input checked="" type="checkbox"/> samostalni zadaci <input checked="" type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input checked="" type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo _____	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo _____	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo _____

### 1.6. Obveze polaznika

Polaznici su obavezni prisustvovati nastavi, aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave, ostvariti određen broj bodova kroz semestar te položiti završni ispit (detalji će biti prikazani u izvedbenom planu kolegija).

Napomena: Vježbe iz ovog kolegija izvodit će se u računalnom praktikumu.

### 1.7. Praćenje<sup>2</sup> rada polaznika (prema potrebi moguće je dodati kategoriju)

Pohađanje nastave	2	Aktivnosti u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit	1	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	2.5	Referat		Praktični rad	0.5
Portfolio							

### 1.8. Ocjenjivanje i vrednovanje rada polaznika

Rad polaznika na kolegiju će se vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave (npr. kolokviji, provjere, seminari, online testovi, domaće zadaće itd.) i na završnom ispitu u skladu s Pravilnikom o studijima i studiranju na Sveučilištu u Rijeci. Detaljna razrada načina praćenja i ocjenjivanja rada studenata bit će prikazana u izvedbenom planu kolegija.

### 1.9. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)

1. J. Watt, R. Borhani, A. K. Katsaggelos, Machine Learning Refined: Foundations, Algorithms, and Applications 2nd Edition. Cambridge University Press; ISBN: 1108480721, 2020.
2. W. McKinney, Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython (2nd ed.). O'Reilly Media. ISBN: 1491957662, 2018.
3. E. Alpaydin, Introduction to Machine Learning, The MIT Press, 2009.

### 1.10. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)

1. A. Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. O'Reilly Media. ISBN: 1492032646, 2019.

<sup>2</sup> Uz svaki od načina praćenja rada polaznika unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti kolegija. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.

2. T. M. Mitchell, Machine Learning, McGraw-Hill Science, 1997.
3. J. VanderPlas, Python Data Science Handbook, O'Reilly Media, Inc. ISBN: 9781491912058, 2016.
4. C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2007.

### 1.11. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje očekivanih ishoda učenja kolegija

Krajem semestra provodit će se anonimna anketa u kojoj će polaznici evaluirati kvalitetu održane nastave. Nakon završetka semestra provest će se analiza uspješnosti polaznika na kolegijima pohađanim u tom semestru.

OPĆE INFORMACIJE			
Nositelj kolegija	prof. dr. sc. Dean Crnković		
Naziv kolegija	Teorija grafova		
ECTS	6		
Vrsta nastave i broj sati	Predavanja	Vježbe	Seminari
	30	15	15
Izvođenje kolegija na stranom jeziku (odabrati i navesti jezik)	<input checked="" type="checkbox"/> DA : engleski jezik <input type="checkbox"/> NE		
Semestar (ako je primjenjivo)	zimski		
OPIS KOLEGIJA			
1.1. Cilj kolegija			
<p>Osnovni cilj kolegija jest upoznati studente s teorijom grafova i primjenom teorije grafova. U tu je svrhu u okviru kolegija potrebno:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- definirati osnovne pojmove teorije grafova, te opisati njihova osnovna svojstva;</li><li>- definirati Eulerov i Hamiltonov graf, dokazati neka njihova svojstva i opisati primjene;</li><li>- definirati pojmove povezanosti grafova, analizirati svojstva povezanih grafova i primjenu na konstrukciju pouzdanih komunikacijskih mreža;</li><li>- definirati sparivanje i savršeno sparivanje u grafovima, obraditi s tim pojmovima povezane tvrdnje i primjene;</li><li>- definirati osnovne pojmove Ramseyeve teorije grafova;</li><li>- definirati osnovne pojmove teorije usmjerenih grafova, obraditi osnovna svojstva i neke primjene;</li><li>- analizirati i usporediti određene algoritme.</li></ul>			
1.2. Očekivani ishodi učenja kolegija			
<p>Nakon odslušanog predmeta i položenog ispita studenti:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>11. razlikuju navedene pojmove i svojstva grafova, te argumentirano primjenjuju odgovarajuća svojstva i tvrdnje pri rješavanju zadataka (A7,B7,C7,D7,E5,F7,G7);</li><li>12. mogu analizirati probleme povezanosti grafova i pripadna svojstva (A7,B7,C7,D7,E5,F7,G7);</li><li>13. mogu analizirati Eulerove i Hamiltonove grafove, te argumentirano primijeniti definicije i svojstva pri rješavanju zadataka (A7,B7,C7,D7,E5,F7,G7);</li><li>14. mogu riješiti probleme koji se svode na sparivanje u grafovima (A7,B7,C7,D7,E5,F7,G7);</li><li>15. primijeniti tvrdnje i algoritme obrađene u okviru kolegija (A7,B7,C7,D7,E5,F7,G7);</li></ol> <p>mogu matematički dokazati utemeljenost svih postupaka i formula kojima se služe u okviru ovog kolegija (B7,F4).</p>			

### 1.3. Sadržaj kolegija – povezan s ishodima učenja kolegija

Pojam i osnovna svojstva grafova. Eulerove ture i Hamiltonovi ciklusi. Problem kineskog poštara i Fleuryev algoritam. Problem trgovačkog putnika. Povezanost grafova. Pouzdane komunikacijske mreže. Sparivanje u grafovima. Savršena sparivanja. Problem zapošljavanja i mađarski algoritam za sparivanje. Problem optimalnog zapošljavanja i Kuhn-Munkresov algoritam. Nezavisni skupovi, pokrivači i klike. Ramseyeva teorija grafova. Usmjereni grafovi. Primjena na rangiranje igrača turnira. Primjena na jednosmjerni promet ulicama. Transportne mreže. Ford-Fulkersonov algoritam označavanja. Topološko sortiranje.

### 1.4. Uvjeti za upis kolegija (ako je primjenjivo)

/

### 1.5. Predviđeni način izvedbe nastave

- ☒ učionička nastava  
☐ online nastava  
☐ hibridna nastava

#### 1.5.1. Izvedba nastave:

Učionička nastava	Online nastava	Hibridna nastava
<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input checked="" type="checkbox"/> seminari i radionice <input checked="" type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input checked="" type="checkbox"/> samostalni zadaci <input checked="" type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input checked="" type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>

### 1.6. Obveze polaznika

Polaznici su obavezni prisustvovati nastavi, aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave, ostvariti određen broj bodova kroz semestar te položiti završni ispit (detalji će biti prikazani u izvedbenom planu kolegija). Napomena: vježbe se održavaju kao auditorne vježbe i vježbe na računalima.

### 1.7. Praćenje<sup>3</sup> rada polaznika (prema potrebi moguće je dodati kategoriju)

Pohađanje nastave	2	Aktivnosti u nastavi		Seminarski rad	0.5	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit	1.5	Usmeni ispit	1.5	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	0.5	Referat		Praktični rad	
Portfolio							

### 1.8. Ocjenjivanje i vrednovanje rada polaznika

<sup>3</sup> Uz svaki od načina praćenja rada polaznika unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti kolegija. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.

Rad polaznika na kolegiju će se vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave (npr. kolokviji, provjere, seminari, online testovi, domaće zadaće itd.) i na završnom ispitu u skladu s Pravilnikom o studijima i studiranju na Sveučilištu u Rijeci. Detaljna razrada načina praćenja i ocjenjivanja rada studenata bit će prikazana u izvedbenom planu kolegija.

#### 1.9. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)

1. D.Veljan: Kombinatorika i diskretna matematika, Algoritam, Zagreb, 2001.
2. D.Veljan: Kombinatorika s teorijom grafova, Školska knjiga, Zagreb, 1989.

#### 1.10. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)

1. N.Biggs: Discrete Mathematics, Clarendon Press, Oxford, 1989.
2. R.Diestel: Graph Theory, Fourth edition, Springer-Verlag, New York, 2010.
3. R.Balakrishnan, K.Ranganathan: A Textbook of Graph Theory, Springer-Verlag, Heidelberg, 2000.
4. R.Balakrishnan: Schaum's outline of Graph Theory: Included Hundreds of Solved Problems, McGraw-Hill, New York, 1997.

#### 1.11. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje očekivanih ishoda učenja kolegija

Krajem semestra provodit će se anonimna anketa u kojoj će polaznici evaluirati kvalitetu održane nastave. Nakon završetka semestra provest će se analiza uspješnosti polaznika na kolegijima pohađanim u tom semestru.

### OPĆE INFORMACIJE

Nositelj kolegija	prof. dr. sc. Dean Crnković, izv. prof. dr. sc. Tajana Ban Kirigin, doc. dr. sc. Sanda Bujačić Babić		
Naziv kolegija	Challenge – Umjetna inteligencija		
ECTS	6		
Vrsta nastave i broj sati	Predavanja	Vježbe	Seminari
	0	30	15
Izvođenje kolegija na stranom jeziku (odaberi i navesti jezik)	<input checked="" type="checkbox"/> DA : engleski jezik <input type="checkbox"/> NE		
Semestar (ako je primjenjivo)			

### OPIS KOLEGIJA

#### 1.1. Cilj kolegija

Osnovni cilj kolegija jest upoznati studente s nekim mogućnostima primjene matematike i umjetne inteligencije kroz upoznavanje stvarnog sustava iz gospodarstva (primjerice financijskih sustava, farmaceutskih, medicinskih, hidroloških, meteoroloških, genetike, inženjerstva, lingvistike, sigurnosti, reosiguranja i dr.), i nekog problema iz toga sustava koji se može riješiti primjenom matematike i umjetne inteligencije. Cilj je također razvijati sposobnost matematičkog modeliranja takvih problema kao i komunikacijske i prezentacijske vještine u predstavljanju problema, njihovih modela i rješenja.

#### 1.2. Očekivani ishodi učenja kolegija

Nakon odslušanog predmeta i položenog ispita studenti će:

11. izražavati se točno i tečno u govornoj komunikaciji na jeziku poučavanja i službenom jeziku (D6);
12. upotrebljavati različita komunikacijska sredstva i oblike (D5);
13. primjenom matematike i umjetne inteligencije modelirati problem iz gospodarstva (A6, B6, C4, D5, E4, F4);

14. argumentirano primijeniti metode matematike i umjetne inteligencije pri modeliranju i simuliranju realnih problema uz analizu dobivenih rezultata (A6, B5, C5, D6, E4, F5).

### 1.3. Sadržaj kolegija – povezan s ishodima učenja kolegija

Seminar se sadržajem oslanja na prethodno odslušane kolegije, iz područja matematike i umjetne inteligencije te predstavlja njihovu nadgradnju. Sadržaj seminara je primjena matematike i umjetne inteligencije u problemima poslovanja privrednih subjekata.

### 1.4. Uvjeti za upis kolegija (ako je primjenjivo)

/

### 1.5. Predviđeni način izvedbe nastave

- ☒ učionička nastava  
☐ online nastava  
☐ hibridna nastava

#### 1.5.1. Izvedba nastave:

Učionička nastava	Online nastava	Hibridna nastava
<input type="checkbox"/> predavanja <input checked="" type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input checked="" type="checkbox"/> terenska nastava <input checked="" type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input checked="" type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>

### 1.6. Obveze polaznika

Polaznici su obavezni prisustvovati nastavi, aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave te ostvariti određen broj bodova kroz semestar (detalji će biti prikazani u izvedbenom planu kolegija).

### 1.7. Praćenje<sup>4</sup> rada polaznika (prema potrebi moguće je dodati kategoriju)

Pohađanje nastave	1.5	Aktivnosti u nastavi		Seminarski rad	1.5	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit		Esej		Istraživanje	1.5
Projekt		Kontinuirana provjera znanja		Referat		Praktični rad	1.5
Portfolio							

### 1.8. Ocjenjivanje i vrednovanje rada polaznika

Rad polaznika će se vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave u skladu s Pravilnikom o studijima i studiranju na Sveučilištu u Rijeci. Detaljna razrada načina praćenja i ocjenjivanja rada polaznika bit će prikazana u izvedbenom planu kolegija.

<sup>4</sup> Uz svaki od načina praćenja rada polaznika unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti kolegija. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.

**1.9. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)**

Seminar se sadržajem oslanja na kolegije iz područja matematike i umjetne inteligencije te predstavlja njihovu nadgradnju pa obaveznu literaturu, u ovisnosti o temi seminara, čini literatura prethodno položenih kolegija.

**1.10. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)**

Eventualna dopunska literatura ovisit će o zadanom problemu, a zadat će je mentor seminarskog rada.

**1.11. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje očekivanih ishoda učenja kolegija**

Krajem semestra provodit će se anonimna anketa u kojoj će polaznici evaluirati kvalitetu održane nastave. Nakon završetka semestra provest će se analiza uspješnosti polaznika na kolegijima pohađanim u tom semestru. Također, kontinuirano će se pratiti povratne informacije partnera iz gospodarstva.

**OPĆE INFORMACIJE**

Nositelj kolegija	doc. dr. sc. Doris Dumičić Danilović		
Naziv kolegija	Kombinatorna i heuristička optimizacija		
ECTS	6		
Vrsta nastave i broj sati	Predavanja	Vježbe	Seminari
	30	30	0
Izvođenje kolegija na stranom jeziku (odaberi i navesti jezik)	<input checked="" type="checkbox"/> DA : engleski jezik <input type="checkbox"/> NE		
Semestar (ako je primjenjivo)	ljetni		

**OPIS KOLEGIJA****1.1. Cilj kolegija**

Osnovni cilj kolegija je uvesti optimalne i heurističke pristupe u kombinatornoj optimizaciji. Također, cilj je razvijati sposobnost formuliranja širokog spektra problema upravljanja čije se optimalno rješenje može odrediti klasičnim metodama kombinatorne optimizacije i znanjima o alternativnim pristupima kao što je metaheuristika kojom se mogu pronaći rješenja blizu optimalnog. Cilj kolegija je i podizanje svijesti o težini nekih praktičnih problema optimizacije.

**1.2. Očekivani ishodi učenja kolegija**

Nakon odslušanog kolegija i položenog ispita studenti će biti sposobni:

- I1. navesti različite metode kombinatorne optimizacije (A2, B3);
- I2. razlikovati optimalne i heurističke metode kombinatorne optimizacije (tj. optimalna rješenja i rješenja blizu optimalnog) (A5, B5, C4);
- I3. formulirati probleme kombinatorne optimizacije i razumjeti pripadne pretpostavke i ograničenja (A6, B6, C6);
- I4. odabrati odgovarajuću metodu za rješavanje problema kombinatorne optimizacije koristeći suvremene metode i programe (A7, C7, D6, E7).

**1.3. Sadržaj kolegija – povezan s ishodima učenja kolegija**

Optimalne i heurističke metode – cutting-plane, metoda granaj-i-ograniči, metoda granaj-i-odsijeci, Lagrangeova relaksacija, lokalno pretraživanje, simulirano kaljenje, tabu pretraživanje, genetski algoritmi, metode neuronskih mreža. Primjena na probleme kombinatorne optimizacije kao što su planiranje i raspored proizvodnje, upravljanje

distribucijskim sustavima, sastavljanje rasporeda, lokacija i razmještaj objekata, usmjeravanje i raspoređivanje vozila i posade, itd.

#### 1.4. Uvjeti za upis kolegija (ako je primjenjivo)

/

#### 1.5. Predviđeni način izvedbe nastave

- ☒ učionička nastava  
☐ online nastava  
☐ hibridna nastava

##### 1.5.1. Izvedba nastave:

Učionička nastava	Online nastava	Hibridna nastava
<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input checked="" type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input checked="" type="checkbox"/> samostalni zadaci <input checked="" type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input checked="" type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo _____	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo _____	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo _____

#### 1.6. Obveze polaznika

Polaznici su obavezni prisustvovati nastavi, aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave, ostvariti određen broj bodova kroz semestar te položiti završni ispit (detalji će biti prikazani u izvedbenom planu kolegija).

#### 1.7. Praćenje<sup>5</sup> rada polaznika (prema potrebi moguće je dodati kategoriju)

Pohađanje nastave	2	Aktivnosti u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit	2	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	2	Referat		Praktični rad	
Portfolio							

#### 1.8. Ocjenjivanje i vrednovanje rada polaznika

Rad polaznika na kolegiju će se vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave (npr. provjere, seminari, online testovi, domaće zadaće itd.) i na završnom ispitu u skladu s Pravilnikom o studijima i studiranju na Sveučilištu u Rijeci. Detaljna razrada načina praćenja i ocjenjivanja rada polaznika bit će prikazana u izvedbenom planu kolegija.

#### 1.9. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)

- B. Korte and J. Vygen, Combinatorial Optimization, Theory and Algorithms, Springer, 2012.
- Z. Michalewicz, Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, Springer, 1996.

<sup>5</sup> Uz svaki od načina praćenja rada polaznika unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti kolegija. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.



**1.10. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)**

1. G. Cornuejols and R. Tütüncü, Optimization Methods in Finance, Cambridge University Press. ISBN-10: 0521861705

**1.11. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje očekivanih ishoda učenja kolegija**

Krajem semestra provodit će se anonimna anketa u kojoj će polaznici evaluirati kvalitetu održane nastave. Nakon završetka semestra provest će se analiza uspješnosti polaznika na kolegijima pohađanim u tom semestru.

**OPĆE INFORMACIJE**

Nositelj kolegija	doc. dr. sc. Daniel Robert Hawtin		
Naziv kolegija	Optimizacijske tehnike u rudarenju podataka		
ECTS	6		
Vrsta nastave i broj sati	Predavanja	Vježbe	Seminari
	30	20	10
Izvođenje kolegija na stranom jeziku (odabrati i navesti jezik)	<input checked="" type="checkbox"/> DA : engleski jezik <input type="checkbox"/> NE		
Semestar (ako je primjenjivo)	ljetni		

**OPIS KOLEGIJA****1.1. Cilj kolegija**

Cilj kolegija je usvajanje temeljnih znanja o bazama podataka s posebnim naglaskom na relacijske baze podataka te upoznavanje s pojmovima, algoritmima te matematičkim tehnikama koji se koriste u rudarenju podataka tj. u procesu otkrivanja uzoraka u velikim skupovima podataka. U tu će se svrhu u okviru kolegija će se:

- uvesti osnovne pojmove o bazama podataka i izvoditi jednostavne i složene upiti na bazu podataka,
- uvesti osnovni pojmovi i algoritmi vezani za rudarenje podataka;
- ilustrirati primjena razvijenih algoritama u rudarenju podataka;
- povezivati razne grane matematike (posebno vjerojatnost i statistiku) kao teorijsku podlogu većini algoritama u rudarenju podacima, a u svrhu boljeg razumijevanja i kvalitetnije provedbe rudarenja,
- uvesti programski jezik povezan s rudarenjem podataka.

**1.2. Očekivani ishodi učenja kolegija**

Nakon odslušanog kolegija i položenog ispita studenti će biti sposobni:

11. objasniti osnovne pojmove iz teorije baza podataka te koncepte relacijskog modela podataka (A4,B5,C5, E4,F4,G4),
12. analizirati i obrađivati veliki broj podataka (A5,B5,C5, E5,F5, G4),
13. definirati i razumjeti osnovne pojmove koji se koriste u rudarenju podataka (A4,B5,C5, E4,F4),
14. opisati osnovne tehnike koje se koriste u rudarenju podataka, (A5,B5,C5, E4,F4);
15. analizirati i uspoređivati različite algoritme za rudarenje podataka, (A5,B5,C5,E4,F4);
16. rješavati probleme karakteristične za rudarenje podataka (A5,B5,C6,D5,E4,F4,G7);
17. dizajnirati jednostavne algoritme za rudarenje podataka. (A7,B5,C7,D4,E4,F7,G7),
18. evaluirati efikasnost uvedenih algoritama (A7,B6,C7,D5,E5,F7,G7).

**1.3. Sadržaj kolegija – povezan s ishodima učenja kolegija**

Uvod u baze podataka. Relacijski model podataka. Relacijska algebra. Izvođenje upita na bazu podataka. Operacije u relacijskom modelu. Uvod u rudarenje podataka. Skladišta podataka. Analiza i obrada podataka. Otkrivanje i prezentacija znanja u rudarenju. Algoritmi u rudarenju podataka: asocijativno pravilo, klasifikacija, predikcija. Evaluacija znanja. Implementacija rudarenja u realne baze podataka. Klasteriranje. Napredne metode u rudarenju podataka.

#### 1.4. Uvjeti za upis kolegija (ako je primjenjivo)

/

#### 1.5. Predviđeni način izvedbe nastave

☒ učionička nastava

☐ online nastava

☐ hibridna nastava

##### 1.5.1. Izvedba nastave:

Učionička nastava	Online nastava	Hibridna nastava
<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input checked="" type="checkbox"/> seminari i radionice <input checked="" type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input checked="" type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input checked="" type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>

#### 1.6. Obveze polaznika

Polaznici su obavezni prisustvovati nastavi, aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave, ostvariti određen broj bodova kroz semestar te položiti završni ispit (detalji će biti prikazani u izvedbenom planu kolegija).

#### 1.7. Praćenje<sup>6</sup> rada polaznika (prema potrebi moguće je dodati kategoriju)

Pohađanje nastave	2	Aktivnosti u nastavi		Seminarski rad	0.5	Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit	1	Esej		Istraživanje	
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1	Referat		Praktični rad	1.5
Portfolio							

#### 1.8. Ocjenjivanje i vrednovanje rada polaznika

Rad polaznika na kolegiju će se vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave (npr. kolokviji, provjere, seminari, online testovi, domaće zadaće itd.) i na završnom ispitu u skladu s Pravilnikom o studijima i studiranju na Sveučilištu u Rijeci. Detaljna razrada načina praćenja i ocjenjivanja rada polaznika bit će prikazana u izvedbenom planu kolegija.

#### 1.9. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)

<sup>6</sup> Uz svaki od načina praćenja rada polaznika unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti kolegija. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.

1. J. Leskovec, A. Rajaraman, J. D. Ullman, Mining of Massive Datasets, Cambridge University Press, 2014.
2. Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, Anuj Karpatne, Vipin Kumar, Introduction to Data Mining, 2nd ed., Pearson, 2019.

#### 1.10. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)

1. B. Schölkopf, A. J. Smola, Learning with Kernels. Support Vector Machines, Regularization, Optimization, and Beyond, MIT Press, Massachusetts, 2002.
2. T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, Data Mining, Inference, and Prediction, Springer-Verlag New York, 2009.

#### 1.11. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje očekivanih ishoda učenja kolegija

Krajem semestra provodit će se anonimna anketa u kojoj će polaznici evaluirati kvalitetu održane nastave. Nakon završetka semestra provest će se analiza uspješnosti polaznika na kolegijima pohađanim u tom semestru.

### OPĆE INFORMACIJE

Nositelj kolegija	doc. dr. sc. Sanda Bujačić Babić		
Naziv kolegija	Neuronske mreže		
ECTS	6		
Vrsta nastave i broj sati	Predavanja	Vježbe	Seminari
	30	30	0
Izvođenje kolegija na stranom jeziku (odaberi i navesti jezik)	<input checked="" type="checkbox"/> DA : engleski jezik <input type="checkbox"/> NE		
Semestar (ako je primjenjivo)	ljetni		

### OPIS KOLEGIJA

#### 1.1. Cilj kolegija

Cilj kolegija je upoznati studente s konceptima iz teorije i primjene umjetnih neuronskih mreža. U tu svrhu u okviru kolegija će se:

- uvesti osnovne pojmove koji se tiču neuronskih mreža,
- opisati osnovne arhitekture neuronskih mreža,
- opisati osnovne i napredne algoritme temeljene na neuronskim mrežama,
- uvesti i aktivno koristiti programski jezik prilikom rješavanja tipičnih problema iz područja.

#### 1.2. Očekivani ishodi učenja kolegija

Nakon odslušanog predmeta i položenog ispita studenti će moći

11. definirati i razumjeti osnovne koncepte neuronskih mreža i njihove primjene (A5,B5,C5,E3,F4);
12. prepoznati specifičnosti problema iz prakse koje je moguće rješavati tehnikama temeljenima na neuronskim mrežama (A5,B5,C5,E3,F4);
13. povezati i primijeniti brojne matematičke modele koji proizlaze najčešće iz polja matematičke analize, vjerojatnosti i statistike, a koriste se u algoritmima i tehnikama temeljenim na neuronskim mrežama (A5,B6,C6,E4,F4,G4);
14. koristiti programski jezik u radu s neuronskim mrežama (A5,B6,C6,E4,F4,G4); procijeniti efikasnost rješenja dobivenih rješenja temeljenim na neuronskim mrežama (A5,B6,C6,E4,F4,G4).

#### 1.3. Sadržaj kolegija – povezan s ishodima učenja kolegija

Neuron i biološke neuronske mreže. Umjetne neuronske mreže. Modeli neurona. Aktivacijska funkcija. Arhitektura neuronskih mreža. Perceptron. Zakoni učenja. Asocijativne mreže. Linearni asocijator. Rekurzivne asocijativne mreže. Višeslojne mreže. Radijalne mreže. Mreže s potpunim vektorima. Algoritam  $k$  srednjih vrijednosti.

#### 1.4. Uvjeti za upis kolegija (ako je primjenjivo)

/

#### 1.5. Predviđeni način izvedbe nastave

- ☒ učionička nastava  
☐ online nastava  
☐ hibridna nastava

##### 1.5.1. Izvedba nastave:

Učionička nastava	Online nastava	Hibridna nastava
<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input checked="" type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input checked="" type="checkbox"/> samostalni zadaci <input checked="" type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input checked="" type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>	<input type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> terenska nastava <input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija i mreža <input type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> ostalo <hr/>

#### 1.6. Obveze polaznika

Polaznici su obavezni prisustvovati nastavi, aktivno sudjelovati u svim oblicima nastave, ostvariti određen broj bodova kroz semestar te položiti završni ispit (detalji će biti prikazani u izvedbenom planu kolegija).

#### 1.7. Praćenje<sup>7</sup> rada polaznika (prema potrebi moguće je dodati kategoriju)

Pohađanje nastave	2	Aktivnosti u nastavi		Seminarski rad		Eksperimentalni rad	
Pismeni ispit		Usmeni ispit	1	Esej		Istraživanje	1
Projekt		Kontinuirana provjera znanja	1.5	Referat		Praktični rad	0.5
Portfolio							

#### 1.8. Ocjenjivanje i vrednovanje rada polaznika

Rad polaznika na kolegiju će se vrednovati i ocjenjivati tijekom nastave (npr. kolokviji, provjere, seminari, online testovi, domaće zadaće itd.) i na završnom ispitu u skladu s Pravilnikom o studijima i studiranju na Sveučilištu u Rijeci. Detaljna razrada načina praćenja i ocjenjivanja rada studenata bit će prikazana u izvedbenom planu kolegija.

#### 1.9. Obvezna literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)

- M. Anthony, P. L. Bartlett, Neural Network Learning, Theoretical Foundations, Cambridge University Press, ISBN 9780511624216, 1999.

<sup>7</sup> Uz svaki od načina praćenja rada polaznika unijeti odgovarajući udio u ECTS bodovima pojedinih aktivnosti tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti kolegija. Prazna polja upotrijebiti za dodatne aktivnosti.

2. C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, ISBN 0387310738, 2007.
3. M. Negnevitsky, Artificial Intelligence, A Guide to Intelligent Systems, ISBN 1408225743, 2011.

**1.10. Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga programa)**

4. Quan Nguyen, Optimization in Action, Manning, ISBN 1633439070, 2023.
5. A. Jentzen, B. Kuckuck, P. von Wurstemberger, Mathematical Introduction to Deep Learning Methods, Implementations and Theory, e-book, <https://arxiv.org/pdf/2310.20360>, 2023.
6. P. C. Petersen, J. Zech, Mathematical Theory of Deep Learning, e-book, <https://arxiv.org/pdf/2407.18384>, 2024.

**1.11. Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje očekivanih ishoda učenja kolegija**

Krajem semestra provodit će se anonimna anketa u kojoj će polaznici evaluirati kvalitetu održane nastave. Nakon završetka semestra provest će se analiza uspješnosti polaznika na kolegijima pohađanim u tom semestru.