

10-01 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Metodologija znanstvenog rada (2 ECTS) – nositelji: Lažnjak, J.; Vlahović, I.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - upoznati studente i studentice s osnovnim elementima znanstvenoistraživačkog rada; - prikazati osnovne koncepte i definicije znanosti; - prikazati principe, pravila i kriterije znanstvenog rada; - prikazati promjene u društvenoj ulozi znanosti i važnosti inovacija i komercijalizacije znanja; - upoznati studente s važnošću javnog komuniciranja znanstvenih istraživanja; - prikazati osnovne vještine i znanja potrebna za izradu i uspješno publiciranje znanstvenih radova; - upoznati studente i studentice s principima akademske čestitosti i zaštite intelektualnog vlasništva.

Očekivani ishodi učenja (razine 6,7 i 8)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definirati osnovne pojmove u području znanstveno-istraživačkog rada. 2. Opisati i objasniti glavne faze istraživačkog procesa. 3. Analizirati postupke i aktivnosti unutar glavnih faza istraživačkog procesa. 4. Prepoznati ključna obilježja promjene društvene uloge znanosti u suvremenom društvu znanja. 5. Usporediti osnovna obilježja stručnih i znanstvenih istraživanja. 6. Kritički vrednovati znanstveni i stručni rad, kritički prosuđivati o kvaliteti tuđih radova na primjerima dobrih i loših znanstvenih članaka. 7. Pretraživati, analizirati te klasificirati različite vrste bibliografskih izvora. 8. Prepoznati pravila etičnosti istraživanja i publiciranja znanstvenih i stručnih radova. 9. Primijeniti stečene vještine u postupku prijave teme doktorskog rada. 10. Primijeniti stečena znanja i vještine na pisanje i publiciranje vlastitog znanstvenog rada.

Sadržaj predmeta	Pojam i definicija znanosti. Obilježja znanosti. Struktura znanosti. Kategorije znanstvenih istraživanja. Razlika između stručnog i znanstvenog rada. Važnost i uloga znanosti u suvremenom društvu. Promjena uloge znanosti i komercijalizacija znanstvenih istraživanja. Društvo/ekonomija bazirana na znanju i uloga inovacija. Metodologija znanstvenog istraživanja. Opće metode u znanosti i logika znanstvenog istraživanja. Specifične metode u znanstvenom istraživanju. Proces i struktura znanstvenog istraživanja. Komuniciranje znanstvenih istraživanja. Javno razumijevanje (public understanding) i popularizacija znanosti. Pisanje i objavljivanje znanstvenog rada. Pravila citiranja, zaštita intelektualnog vlasništva.
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<i>Predavanja (0,5 ECTS) proučavanje primjera iz literature (1 ECTS), izrada i prezentacija pisanog rada (0,5 ECTS).</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Vrednovanje izrade i prezentacije pisanog rada i usmeni ispit.</i>

20-H01-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Površinska i bušotinska geofizička istraživanja – ND1: Površinska geofizička istraživanja (6 ECTS)</i> <i>– nositelj: Šumanovac, F.</i>
Ciljevi predmeta	Prikazati metode površinskih geofizičkih mjerenja s naglaskom na primjenu u hidrogeološkim, geotehničkim i inženjerskogeološkim istraživanjima, Objasniti fizikalne principe na kojima se temelje seizmičke, gravimetrijske, magnetometrijske i elektromagnetne metode, Objasniti prednosti i ograničenja pojedinih površinskih geofizičkih metoda, Prikazati osnovne i napredne metode interpretacije, Objasniti i prikazati postupak interpretacije.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - klasificirati i razlikovati metode površinskih geofizičkih istraživanja, - osmisliti postupak primjene geofizičkih metoda (odabir geofizičkih metoda i slijeda mjerenja) u rješavanju konkretnih hidrogeoloških, geotehničkih i inženjerskogeoloških zadataka, - konstruirati geofizički model, - analizirati i sintetizirati rezultate interpretacije, - povezati geofizički model s podacima iz drugih izvora (geološkim, petrofizikalnim i dr.).

Sadržaj predmeta	<p>Refleksijska seizmička metoda visoke rezolucije (HRS-metoda). Instrumenti i oprema. Metode mjerenja i obrade podataka. Interpretacija. Seizmičke metode istraživanja naslaga između bušotina. Trodimenzionalna (3D) seizmička istraživanja u hidrogeološkim i inženjerskogeološkim istraživanjima. Seizmička tomografija. Mogućnosti refleksijske i refrakcijske metode. Primjena seizmičkih istraživanja u inženjerskogeološkim, hidrogeološkim i geotehničkim istraživanjima.</p> <p>Električna istraživanja. Vertikalna i horizontalna moć razlučivanja električnih metoda. Površinska električna tomografija: teoretske osnove, višeelektrodni sustavi, geometrija snimanja, projektiranje terenskih mjerenja, dvodimenzionalna (2D) i trodimenzionalna (3D) istraživanja, istraživanja u bušotinama, obrada i interpretacija podataka, mogućnosti primjene. Dvojno gradijentno kartiranje i TUBEL-metoda. Interpretacija podataka mjerenja magnetotelurskom i elektromagnetnim metodama. Georadarska istraživanja. Mogućnosti električnih metoda u istraživanjima na krškim terenima.</p> <p>Gravimetrijska istraživanja. Daljinska gravimetrijska istraživanja. Gravimetrijska istraživanja u bušotinama. Mikrogravimetrijska istraživanja: projektiranje terenskih mjerenja, gravimetrijski popravci, interpretacija. Gravimetrijska istraživanja podzemnih šupljina. Magnetometrijska istraživanja. Aeromagnetometrijska istraživanja. Kvantitativna interpretacija podataka mjerenja. Primjena magnetometrijskih istraživanja. Kompleksna geofizička istraživanja.</p>
Oblici nastave	<i>Predavanja i konzultacije</i> <i>Vježbe (na terenu, na računalu)</i> <i>Seminar</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Izrada seminarskog rada, usmeni ispit.

20-H01-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Površinska i bušotinska geofizička istraživanja – ND2: Bušotinska geofizička istraživanja (4,5 ECTS)</i> <i>– nositelj: Orešković, J.</i>
Ciljevi predmeta	Objasniti fizikalne principe geofizičkih mjerenja u bušotini s obzirom na područje istraživanja, Prikazati metode geofizičkih mjerenja u bušotini i njihovu namjenu, prednosti i nedostatke, Objasniti metode obrade podataka i interpretacije. Prikazati metode strojnog učenja koje se primjenjuju u analizi bušotinskih geofizičkih mjerenja.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - analizirati standardne karotažne dijagrame i specijalna mjerenja, - kritički procijeniti kvalitetu podataka, - odabrati metode karotažnih mjerenja za rješavanje konkretnog problema, - analizirati rezultate interpretacije karotažnih podataka, - povezati karotažna mjerenja s površinskim geofizičkim mjerenjima, - povezati rezultate interpretacije karotažnih dijagrama s geološkim modelom.

Sadržaj predmeta	<u><i>Bušotinska geofizička istraživanja</i></u> Teorijske postavke geofizičkih mjerenja u bušotini: rasprostiranje zvučnih i elektromagnetskih valova, radioaktivnost (prigušenje neutrona i gama zračenja), osnovni principi nuklearne magnetske rezonancije (Larmorova frekvencija, relaksacija). Mjerne metode odabrane s obzirom na područje istraživanja: elektrokarotaža, radioaktivna mjerenja, zvučna karotaža i ostale karotažne metode. Mjerenje metodom nuklearne magnetske rezonancije (NMR). Karotaža predodžbe (metodom otpornosti i zvučnom karotažom). Geofizička mjerenja u bušotini za hidrogeologiju i inženjersku geologiju u nekonsolidiranim i raspucanim stijenama. Korekcije mjerenih podataka, interpretacija karotažnih mjerenja i izračunavanje petrofizikalnih parametara upotrebom softvera za interpretaciju (npr. Interactive Petrophysics). Primjena metoda strojnog učenja (nadziranih i nenadziranih) u svrhu poboljšanja kvalitete ulaznih podataka (npr. predviđanja karotažnih podataka koji nedostaju) i ubrzanja postupka interpretacije podataka.
Oblici nastave	<i>Predavanja i konzultacije</i> <i>Vježbe (na računalu)</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Prezentacija rezultata praktičnog rada s raspravom, usmeni ispit.

20-H01-3 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Površinska i bušotinska geofizička istraživanja – ND3: Geofizička modeliranja (4,5 ECTS)</i> <i>– nositelj: Šumanovac, F.</i>
Ciljevi predmeta	Objasniti i prikazati postupak interpretacije. Prikazati metode modeliranja i inverzije u 1D, 2D i 3D-prostoru, Prikazati geofizička modeliranja u električnim, seizmičkim i magnetotelurskoj metodi te gravimetriji i magnetometriji, Objasniti modeliranje u refrakcijskim istraživanjima primjenom eikonalne jednadžbe i metodom trasiranja seizmičkih zraka, Objasniti primjenu modeliranja u interpretaciji geofizičkih podataka.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - konstruirati geofizički model (inverzijom ili modeliranjem), - modelirati u refrakcijskim istraživanjima primjenom eikonalne jednadžbe i metodom trasiranja seizmičkih zraka, - raditi u timu s ciljem poboljšanja geofizičkog modela i razvoja softvera.

Sadržaj predmeta	Teoretske osnove matematičkih modeliranja u geofizičkim istraživanjima. Metode modeliranja (eng. Forward Modelling) i inverzije (eng. Inversion) u jednodimenzionalnom (1D) dvodimenzionalnom (2D) i trodimenzionalnom (3D) prostoru. Razvoj softvera. Geofizička modeliranja u gravimetriji i magnetometriji. Geofizička modeliranja u seizmičkim metodama. Refleksijsko modeliranje i inverzija. Modeliranje u refrakcijskim istraživanjima primjenom eikonalne jednadžbe i metodom trasiranja seizmičkih zraka. Modeliranja u električnim, magnetotelurskoj i drugim geofizičkim metodama. Primjena modeliranja u interpretaciji geofizičkih podataka.
Oblici nastave	<i>Predavanja i konzultacije</i> <i>Vježbe (na računalu)</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Izrada seminarskog rada, usmeni ispit.

20-H02-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Napredne metode refleksijskih seizmičkih istraživanja – ND1: Seizmička istraživanja (5 ECTS)</i> – nositelj: Šumanovac, F.
Ciljevi predmeta	Prikazati teoretske osnove refleksijskih seizmičkih istraživanja, Prikazati projektiranje seizmičkih istraživanja, Prikazati napredne metode interpretacije, Objasniti primjenu sintetskih seizmograma u interpretaciji podataka, Objasniti interpretaciju podataka vertikalnog seizmičkog profiliranja (VSP), Objasniti upotrebu refleksijskih seizmičkih istraživanja u karakterizaciji ležišta ugljikovodika, Objasniti primjenu modeliranja u interpretaciji seizmičkih podataka.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - odrediti horizontalnu i vertikalnu rezoluciju na obrađenim seizmičkim refleksijskim podacima te ju primijeniti u interpretaciji, - klasificirati i razlikovati metode seizmičkih geofizičkih istraživanja, - interpretirati i karakterizirati ležišta ugljikovodika na refleksijskim seizmičkim podacima, - analizirati i primijeniti rezultate interpretacije vertikalnog seizmičkog profiliranja (VSP), - konstruirati seizmički model, - povezati geofizički model s podacima iz drugih izvora (geološkim, petrofizičkim i dr.).

Sadržaj predmeta	<u><i>Seizmička istraživanja</i></u> Teoretske osnove refleksijskih seizmičkih istraživanja. Vertikalna i horizontalna moć razlučivanja. Novi instrumenti i oprema. Projektiranje seizmičkih istraživanja: određivanje geometrije snimanja i najpovoljnijih parametara mjerenja. Obrada podataka. Refrakcijske metode u statičkim korekcijama. Napredne metode interpretacije. Primjena sintetskih seizmograma (seizmičkog modeliranja) u interpretaciji podataka. Seizmičke metode istraživanja naslaga između bušotina. Interpretacija podataka vertikalnog seizmičkog profiliranja (VSP). Trodimenzionalna (3-D) seizmička istraživanja: geometrija snimanja, terenska mjerenja, obrada i interpretacija podataka. Refleksijska seizmička istraživanja u geologiji nafte i plina i karakterizaciji ležišta ugljikovodika.
Oblici nastave	<i>Predavanja i konzultacije</i> <i>Vježbe na računalu</i> <i>Seminar</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Izrada i prezentacija seminarskog rada i usmeni ispit.

20-H02-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Napredne metode refleksijskih seizmičkih istraživanja – ND2: Seizmički atributi i AVA analize (5 ECTS)</i> <i>– nositelji: Šumanovac, F.; Orešković, J.</i>
Ciljevi predmeta	Objasniti primjenu modeliranja u interpretaciji seizmičkih podataka. Definirati kompleksni seizmički trag, Prikazati osnovne seizmičke atribute i njihovo fizikalno značenje, Prikazati primjenu seizmičkih atributa u karakterizaciji ležišta ugljikovodika, Objasniti AVA-analize i njihovu primjenu.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - analizirati kompleksni seizmički trag, - klasificirati seizmičke atribute, - upotrijebiti različite seizmičke atribute u interpretaciji refleksijskih seizmičkih podataka , - objasniti teoretske osnove AVA-analize (amplituda u ovisnosti o kutu upada), - primjeniti AVA-analizu.

Sadržaj predmeta	<p><u><i>Seizmički atributi</i></u> <i>Seizmički atributi</i>: teoretske osnove, definicija kompleksnog traga, osnovni seizmički atributi, fizikalno značenje atributa (snage refleksa, trenutne faze, trenutne frekvencije, težinske srednje frekvencije, prividnog polariteta, i dr.), sistematizacija atributa, međusobna ovisnost, prikazi atributa, seizmički atributi u karakterizaciji ležišta ugljikovodika.</p> <p><u><i>AVA-analize</i></u> <i>AVA-analize (amplituda u ovisnosti o kutu upada)</i>: teoretske osnove, utjecaj Poissonovog odnosa na koeficijent refleksije, neposredno otkrivanje pojava plina, određivanje petrofizikalnih parametara.</p>
Oblici nastave	<i>Predavanja i konzultacije</i> <i>Vježbe na računalu</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Izrada i prezentacija seminarskog rada i usmeni ispit.

20-H03-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Numerička matematika i geomatematika – ND1: Sustavi linearnih jednadžbi i obične diferencijalne jednadžbe (6 ECTS) - nositelji: Rajić, R.; Vrbaški, A.
Ciljevi predmeta	<p>Sustavi linearnih jednadžbi</p> <ul style="list-style-type: none"> - izložiti potrebne osnovne matematičke pojmove i rezultate, - prikazati direktne metode za rješavanje sustava linearnih jednadžbi, - prikazati iterativne metode za rješavanje sustava linearnih jednadžbi s naglaskom na uvjetima konvergencije metode. <p>Obične diferencijalne jednadžbe</p> <ul style="list-style-type: none"> - prikazati inicijalne, rubne i inicijalno-rubne probleme za obične diferencijalne jednadžbe inženjerskih problema iz prakse te opisati numeričke metode njihovog rješavanja

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<p>Sustavi linearnih jednadžbi</p> <ul style="list-style-type: none"> - formulirati osnovne ideje pojedinih numeričkih metoda za rješavanje sustava linearnih jednadžbi - usporediti numeričke metode za rješavanje zadanog problema s obzirom na njihove prednosti i nedostatke - provjeriti pretpostavke metode te riješiti sustav linearnih jednadžbi nekom direktnom ili iterativnom metodom - analizirati rezultate numeričkih metoda <p>Obične diferencijalne jednadžbe</p> <ul style="list-style-type: none"> - formulirati osnovne ideje pojedinih numeričkih metoda za rješavanje običnih diferencijalnih jednadžbi - usporediti numeričke metode za rješavanje zadanog problema s obzirom na njihove prednosti i nedostatke - riješiti obične diferencijalne jednadžbe jednostavnijih matematičkih modela inženjerskih problema prikladno odabranom numeričkom metodom - analizirati rezultate numeričkih metoda

Sadržaj predmeta	<p>Sustavi linearnih jednadžbi:</p> <p>Osnovni pojmovi i rezultati linearne algebre (svojevrsne vrijednosti i vektori, vektorske i matrične norme, konvergencija u vektorskoj i matričnoj normi). Direktne metode za rješavanje sustava linearnih jednadžbi. LU faktorizacija, faktorizacija Choleskog, QR faktorizacija. Iterativne metode za rješavanje sustava linearnih jednadžbi. Linearne iterativne metode. Jacobijeva metoda, Gauss-Seidelova metoda. Konvergencija Jacobijeve i Gauss-Seidelove metode.</p> <p>Obične diferencijalne jednadžbe:</p> <p>Numeričko rješavanje inicijalnog problema za obične diferencijalne jednadžbe prvog reda. Eulerova i Runge-Kuttine metode. Numeričke metode za rješavanje sustava običnih diferencijalnih jednadžbi prvog reda. Numeričko rješavanje rubnog problema za obične diferencijalne jednadžbe drugog reda. Metoda konačnih razlika.</p>
Oblici nastave	Predavanja
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Pismeni ispit

20-H03-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Numerička matematika i geomatematika – ND2: Parcijalne diferencijalne jednačbe (5 ECTS) - nositelj: Jaguljnjak-Lazarević, A.
Ciljevi predmeta	Parcijalne diferencijalne jednačbe <ul style="list-style-type: none"> - prikazati formulaciju numeričkog modela (materijalna i geometrijska zakonitost, uvjeti neprekinutosti i ravnoteže, rubni uvjeti, opterećenje), - prikazati numeričke postupke rješavanja (Rayleigh-Ritzova metoda, metoda konačnih razlika, metoda konačnih elemenata, metoda diskretnih elemenata), - prikazati uzroke pogrešaka pri kreiranju numeričkih modela i numeričkih postupaka proračuna, - prikazati izradu računalnog programa za implementaciju pojedine numeričke metode.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - formulirati osnovne ideje pojedinih numeričkih metoda za rješavanje parcijalnih diferencijalnih jednačbi, - napisati jednostavne računalne programe za pojedine numeričke metode, - kreirati optimalan (dovoljno točan i jednostavan) numerički model realnog inženjerskog problema, - odabrati odgovarajući numerički postupak rješavanja, - procijeniti točnost provedenog postupka modeliranja i proračuna.
--------------------------------------	---

Sadržaj predmeta	Od realnog problema prema numeričkom (proračunskom) modelu: pojam materijalnog kontinuuma, geometrijske ovisnosti, uvjeti neprekinutosti, uvjeti ravnoteže, zakoni ponašanja, rubni uvjeti, opterećenja, linearizacija, definicija rubnog problema. Postupci rješavanja: metoda sila i metoda pomaka. Jaka i slaba formulacija, Rayleigh-Ritzova metoda, metoda konačnih elemenata, metoda diskretnih elemenata. Svojstva i štedni zapisi matrice krutosti i rješavanje sustava linearnih algebarskih jednačbi. Pogreške pri tvorbi i proračunu numeričkih modela. Zaključno o prednostima i nedostacima postupaka diskretizacije.
Oblici nastave	Predavanja/konzultacije i pokazne vježbe na računalu, izrada projektnog zadatka. Nastavni materijal obuhvaća udžbenike domaćih i stranih sveučilišta, znanstvene radove i računalni program Wolfram Mathematica.
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Izrada i obrana projektnog zadatka.

20-H03-3 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Numerička matematika i geomatematika – ND3: Geomatematika (7 ECTS) - nositelj: Malvić, T.
Ciljevi predmeta	<p>Prikazati važnost odabira osnovnih statističkih postupaka u geomatematici, zatim razumjeti variogramsku funkciju te njezino ponašanje u 1, 2 ili 3 dimenzije. Savladati primjenu teorije geostatističke procjene te njezinu uporabu kod jedne ili više zavisnih varijabli.</p> <p>Shvatiti ulogu neuronskih mreža unutar geomatematičkih analiza. Razumjeti osnovnu ideju i način rada mreža, njezinu strukturu, osnovne matematičke izraze, način učenja. Upoznati mreže s povratnim postupkom, radijalnom funkcijom i mreže s postupkom poopćene regresije.</p> <p>Povezati uporabu statističkih postupaka u opisivanju i razdvajanju ulaznih podataka u smislene analitičke skupove. Povezati teoriju variogramske analize i kasnijih geostatističkih procjena jedne ili više varijabli.</p> <p>Razumjeti razliku između interpolacije i procjene.</p> <p>Naučiti osnovno hrvatsko geomatematičko nazivlje.</p>

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - odabrati geološke i općenito dubinske podatke koji se mogu analizirati geomatematičkim metodama kao što su variogramska analiza, krigiranje, stohastičke simulacije, neuronske mreže - analizirati geološke i općenito dubinske podatke variogramskom analizom, krigiranjem, stohastičkim simulacijama, neuronskim mrežama - prosuditi pravilnost uporabe neuronskih mreža na dubinskim podacima, posebice njihovih različitih funkcija - prepoznati kada neuronske mreže mogu biti previše uvježbane, a time i njihova uporaba besmislena - objasniti značenje promjene broja skrivenih slojeva unutar mreže, aktivacijskih funkcija te razloge dopuštanja automatizacije računskoga postupka neuronske mreže - razlikovati podatke i skupove kojima su primjerenije geostatističke analize, od onih koji se izučavaju neuronskim mrežama, posebice obzirom na broj dimenzija - koristiti hrvatsko geomatematičko nazivlje - interpretirati rezultate dobivene geomatematičkim analizama vlastitih istraživačkih podataka te objaviti znanstveni rad nakon polaganja ispita.

Sadržaj predmeta	<p>Geostatistika: 1. Osnovni statistički postupci (varijanica, raspodjele, kovarijanca i korelacija); 2. Variogram (osnovni parametri variograma, variogramski modeli); 3. Variogramska analiza podataka na kilometarskim udaljenostima; 4. Variogramska analiza na metarskim i centimetarskim udaljenostima; 5. Teorija geostatističke procjene (glavna svojstva te matrične jednadžbe krigiranja, jednostavno krigiranje, obično krigiranje, primjeri izračuna matrična krigiranja, pravilan raspored kontrolnih točaka, model bez odstupanja, model s odstupanjem, anizotropni model, nepravilan raspored kontrolnih točaka, izražena anizotropija – većina točaka na preferiranom pravcu, Kokrigiranje, stohastičke simulacije, transformacija ulaznih podataka, postupci s ulaznim podacima i dobivanje nultoga (determinističkoga) rješenja, simulacija, dobivanje niza realizacija, prednosti i nedostaci sekvencijskih Gaussovih simulacija, metoda inverzne udaljenosti); 6. Primjeri interpolacije i simulacije geostatistikom; 7. Seizmički podatak kao sekundarna varijabla; 8. Primjeri uporabe stohastičkih simulacija.</p> <p>Neuronske mreže: 1. Osnovna ideja i način rada neuronske mreže (ljudski neuroni, struktura neuronske mreže, osnovni matematički izrazi neuronske mreže, učenje mreže, mreža s povratnim postupkom, mreža s radijalnom funkcijom, mreža s postupkom poopćene regresije); 2. Predviđanje klasičnih facijesa neuronskom mrežom; 3. Predviđanje litološkog sastava i intervala zasićenih ugljikovodicima; 4. Procjena šupljikavosti neuronskom mrežom; 5. Rekonstrukcija dijelova karotažnih krivulja pomoću neuronskih mreža, primjer iz hrvatskog dijela Panonskoga bazenskoga sustava.</p> <p>Nazivlje: savladavanje hrvatskoga geomatematičkog nazivlja u istraživanju i primjeni geomatematike u različitim geološkim studijama i znanstvenim člancima. Hrvatski geomatematički rječnik, hrvatsko-hrvatski s engleskim istoznačnicama.</p>
------------------	---

Oblici nastave	Nastava se provodi putem predavanja te seminara s računalnim modeliranjem. Nastavni materijali već postoje u obliku sveučilišnoga udžbenika, dvaju sveučilišna priručnika i nekoliko znanstvenih radova, te slobodnih računalnih programa i mjernih uređaja..
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Studenti su dužni izraditi seminarski rad i prezentirati ga pred nastavnikom. Time se ispit sastoji od pisanog i usmenog dijela.

20-H04 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Inženjerska statistika (10 ECTS) - nositelji: <i>Rajić, R.; Vrbaški, A.(teorijski dio); Kuhinek, D. (rudarstvo) Malvić, T.(geologija); Posavec, K. (geološko inženjerstvo); Vulin, D. (naftno inženjerstvo)</i>
Ciljevi predmeta	<p>Statistika - teorijski dio Obraditi pojmove iz primjene vjerojatnosti u izgradnji modela za statističku analizu Predstaviti statističke testove za analizu podataka Predstaviti regresijske modele za ispitivanje ovisnosti obilježja promatrane pojave Prikazati primjenu programskog jezika R pri rješavanju statističkih problema</p> <p>Statistika u rudarstvu (inženjerska mjerenja) Prikazati primjenu statističkih metoda na analizu rezultata mjerenja, rezultate umjeravanja mjernih sustava i komponenti mjernog sustava, dizajn eksperimenata uz određivanje očekivane kvalitete rezultata. Demonstrirati izračun mjerne nesigurnosti rezultata. Prikazati primjenu specijaliziranog programa za automatizaciju analize podataka mjerenja</p> <p>Statistika u geologiji Prikazati važnost odabira i uređivanja kvalitete ulaznih podataka; upoznati statističke razdiobe i njihovu primjenu na geološke podatke; često primjenjivani statistički testovi u geologiji te korelacije, regresije i sličnih alata za prikaz odnosa između geoloških varijabli. Povezati uporabu integriranja površina i dalje kod izračuna volumena dubinskih struktura.</p> <p>Statistika u geološkom inženjerstvu Obraditi mjerenja, pogreške i nesigurnosti u podacima Prikazati razdiobe podataka, intervale pouzdanosti i prognozne intervale Prikazati metode za analize vremenskih nizova podataka Obraditi alate za analizu podataka u Excel-u® Prikazati namjenske programe za analize vremenskih nizova podataka</p> <p>Statistika u naftnom inženjerstvu Kategorizirati varijable za predviđanje/optimizaciju proizvodnje Ustanoviti vezu više varijabli multivarijantnom analizom u slučaju kada bitni parametri nisu dali dobru korelaciju univarijantnom analizom Izdvojiti različite setove podataka diskriminantnom analizom. Odrediti perspektivne metode za stimulaciju bušotina tj. pridobivanja stohastičkim analizama, i definiranjem kvalitete predikcije Kvantificirati korelacijama tj. linearnom regresijom i definiranjem outliera reprezentativnost petrofizikalnih i/ili karotažnih i/ili geomehaničkih i/ili proizvodnih podataka</p>

	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<p>Statistika - teorijski dio (5 ECTS) - primijeniti odgovarajući statistički test za analizu podataka (bez i uz pomoć računala) - primijeniti linearni i nelinearni regresijski model odnosno model višestruke linearne regresije pri ispitivanju ovisnosti dvaju odnosno više obilježja promatrane pojave (bez i uz pomoć računala) - interpretirati pravilno rezultate statističkih metoda</p> <p>Statistika u rudarstvu (inženjerska mjerenja) (5 ECTS)</p>

<p>Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - dizajnirati mjerni sustav (odabir komponenti s obzirom na svojstva), - dizajnirati verifikaciju mjernog sustava, - sastaviti proračun mjerne nesigurnosti mjerenja/umjeravanja, - predložiti i upotrijebiti metode analize mjernih rezultata/rezultata umjeravanja, - dizajnirati LabVIEW program za upravljanje mjernim sustavom, - dizajnirati postupak automatizirane obrade podataka u programskom paketu NI Diadem. <p>Statistika u geologiji (5 ECTS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Odabrati geološke, i općenito dubinske podatke, koji se mogu analizirati gore prikazanim statističkim alatima. - Analizirati mjerne pogreške, determinizam i stohastiku u dubinskim modelima, pravilnu uporabu normalne, binomne, Poissonove, log-normalne i uniformne razdiobe. - Prosuditi pravilnost uporabe jednosmjernih i dvosmjernih testova u geologiji, posebice parametarskih t i F-testa te analizu varijance. - Prepoznati važnost linearne korelacije te njezini dosezi, kao i korelacija ranga. - Razlikovati prizmoidne, trapezne i Simpsonove jednadžbe u aproksimaciji geoloških struktura. - Interpretirati rezultate opisanim alatima i metodama, na vlastitim istraživačkim podacima, te objaviti znanstveni a nakon polaganja ispita. <p>Statistika u geološkom inženjerstvu (5 ECTS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - odrediti metode mjerenja i analizirati pogreške i nesigurnosti u podacima - definirati razdiobe podataka s pripadnim intervalima pouzdanosti i prognoznim intervalima - predložiti metode za analize vremenskih nizova podataka) - generirati statističke obrade primjenom alata za analizu podataka u Excel-u® - generirati statističke obrade primjenom namjenskih programa za analizu vremenskih nizova podataka <p>Statistika u naftnom inženjerstvu (5 ECTS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Izdvojiti različite proizvodne intervale diskriminantnom analizom - Definirati kvalitetu predikcije i stohastički analizirati procese u razvoju metoda pridobivanja ugljikovodika i geotermalne energije, na temelju parametara fluida i stijene u ležištu te zabilježenih podataka o proizvodnji - Odrediti bušotine za hidrauličko frakturiranje na temelju osnovnih parametara fluida i stijene u ležištu određivanjem signifikantnih varijabli i korištenjem metode neizravne logike - Odrediti vjerojatnost rezervi na temelju volumetrijske jednadžbe u funkciji poroznosti (tzv. P10, P50, P90 tj. deseti, pedeseti i devedeseti percentil) - Definirati, tj. statistički predvidjeti sastav ugljikovodika na temelju mjerenih komponentnih udjela (opće prihvaćena metoda temelji se na pretpostavci gamma distribucije).
---	---

<p>Sadržaj predmeta</p>	<p>Statistika - teorijski dio:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Statistički testovi: test za usporedbu varijanci dvaju uzoraka (F-test); test za usporedbu očekivanja uzorka i očekivanja populacije uz poznatu varijancu uzorka (z-test); test za usporedbu očekivanja uzorka i očekivanja populacije uz nepoznatu varijancu uzorka (t-test); test za usporedbu očekivanja dvaju uzoraka (t-test) – nevezani veliki uzorci, nevezani mali uzorci, vezani uzorci; test za usporedbu proporcije uzorka i proporcije populacije; test za usporedbu proporcija dvaju uzoraka; test pripadnosti distribuciji (χ^2-test) 2. Regresijska i korelacijska analiza: linearna regresija (regresijski pravac, metoda najmanjih kvadrata, intervali pouzdanosti za koeficijente regresijskog pravca, testiranje hipoteza o koeficijentima regresijskog pravca); koeficijent korelacije; nelinearna regresija (kvadratna, kubna, eksponencijalna, potencija, razlomljena); višestruka linearna regresija (regresijska jednadžba, koeficijent determinacije, korigirani koeficijent determinacije) <p>Statistika u rudarstvu:</p> <p>Mjerne pogreške izravnih i posrednih mjerenja. Određivanje najmanjeg potrebnog broja mjerenja za potrebnu pouzdanost rezultata. Statistički alati za analizu rezultata mjerenja.</p>
-------------------------	--

Upotreba MS Excela za statističke analize (normalna i t-razdioba, deskriptivna statistika, histogram, regresija bez i sa težinskim faktorima, regresija sa više neovisnih varijabli, t-test i F-test za usporedbu rezultata mjerenja ponovljivosti, kompenzacijska matrica multikomponentnih pretvornika). Procjenjivanje mogućnosti i opravdanosti mjerenja. Mjerenje deformacije, pomaka, sile, tlaka, temperature, električna mjerenja (napon, struja, otpor, snaga i rad), akustička mjerenja (zvuk i buka), mjerenje vibracija (pomaka, brzine, ubrzanja). Mjerni pretvornici i njihove karakteristike (određivanje iz podataka umjeravanja). Statičke i dinamičke karakteristike te određivanje karakteristika statističkim postupcima Programski paket LabVIEW. Automatizacija mjernih sustava. Mjerenje na daljinu. Analogna i digitalizirana mjerenja. Mjerni lanac. Mjerni filtri. Kodiranje digitaliziranih podataka mjerenja. Svojstva uređaja za prikupljanje, arhiviranje i obradu digitaliziranih mjernih podataka. Principi proračuna mjerne nesigurnosti sa primjerima. Analiza podataka mjerenja programskim paketom NI Diadem i automatizacija obrade podataka mjerenja.

Statistika u geologiji:

1. Važnost odabira i uređivanja kvalitete ulaznih podataka (mjerne pogreške, opisivanje geološkoga modela determinizmom i stohastikom);
2. Statističke razdiobe i njihova primjena na geološke podatke (normalna (Gaussova), binomna, Poissonova, log-normalna, uniformna razdioba, mjere središnje tendencije podataka);
3. Često primjenjivani statistički testovi u geologiji (t-test, F-test, primjeri, ANOVA);
4. Korelacija, regresija i drugi statistički alati za traženje odnosa između geoloških varijabli (veza između korelacije, standardne devijacije i kovarijance, regresija, primjeri, nelinearne veze i rangirajući koeficijenti korelacije);
5. Integriranje površina i primjena kod izračuna volumena „zatvorenih“ geoloških struktura (prizmoidna jednadžba, primjena prizmoidne, trapezne i Simpsonove jednadžbe);
6. LITERATURA

Statistika u geološkom inženjerstvu

(1) Mjerenja, pogreške i nesigurnosti (metode mjerenja, slučajne i sistematske, proračun nesigurnosti, preciznost i točnost podataka); (2) Razdiobe podataka (simetrične i asimetrične razdiobe, 68% i 95% intervali pouzdanosti, Excel®'s NORMINV() funkcija, Excel®'s NORMSINV() funkcija); (3) Analiza vremenskih nizova podataka: korelacija, regresija, kroskorelacija, analiza trenda (linearna i nelinearna regresija uključujući linearne i nelinearne 68% i 95% intervale pouzdanosti i prognozne intervale, Mann-Kendal test, statistički značajan trend); (4) Alati za analizu podataka u Excel-u® - *Data Analysis Tools: varijanca, standardna devijacija, kovarijanca, deskriptivna statistika, korelacija, regresija*; (5) Namjenski programi za analize vremenskih nizova podataka: recesijska analiza, kroskorelacijska analiza, analiza napajanja vodonosnika, analiza geokemijskih pozadinskih vrijednosti (iterativna 2 δ tehnika i Kumulativna funkcija raspodjele s primjenom Lilliefors testa)

Statistika u naftnom rudarstvu

Inženjer koji je upisao PDS studij naftnog rudarstva upoznat će se s poglavljima iz statistike koja imaju sljedeće naslove:

1. Analiza *outliera* (i određivanje reziduala), Isključivanje nekvalitetnih podataka, nadomještanje nepostojećih podataka.
2. Univarijantna analiza i multivarijantna analiza - korelacije para varijabli (engl. *variable pair correlations*), određivanje signifikantnih varijabli.
3. Procjena i analiza vjerojatnosti
4. Linearna diskriminantna analiza
5. Određivanje optimalne vrijednosti nezavisnih varijabli nelinearnom regresijom
6. Klasifikacija kvalitete predikcije u ležišnom inženjerstvu – Studentov rezidual
7. Osnovni tipovi raspodjela, raspodjele u naftnom inženjerstvu (najčešće su: normalna, lognormalna i slične, npr. gamma).
8. Distribucije frekvencije, grafički prikazi distribucije i vjerojatnosti. *Tornado* dijagram, *spider* dijagram.
9. Mjere centralnih tendencija, mjere raspršenosti podataka, asimetrija (*skewness*), spljoštenost (*kurtosis*). Određivanje parametara populacije na temelju uzorka.
10. Analiza pomoću *Monte Carlo* i Latin *Hypercube* metoda „uzorkovanja“.

	<p>Pri tome će savladavanje gore navedenih poglavlja student PDS naftnog rudarstva dokazati izradom seminarskog rada ili objavljivanjem znanstvenog rada vezanog uz sljedeće konkretne probleme (student može predložiti i problem usko vezan uz njegovo područje istraživanja):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Regresija petrofizikalnih podataka – faktor formacije kao funkcija poroznosti (outlieri, korelacije, linearna regresija) 2. Odvajanje različitih proizvodnih intervala (diskriminantna analiza) 3. Određivanje perspektivne metode za dodatni iscrpak (<i>Enhanced Oil Recovery</i>) na temelju osnovnih parametara fluida i stijene u ležištu i povijesnih podataka uspješnosti pojedine metode (stohastičke analize, definiranje kvalitete predikcije) 4. Određivanje bušotina za hidrauličko frakturiranje na temelju osnovnih parametara fluida i stijene u ležištu (određivanje signifikantnih varijabli, neizravna logika) 5. Određivanje vrste raspodjele poroznosti iz mjerenih podataka u laboratoriju i karotažnih mjerenja, generirati veći broj podataka stohastički te odrediti vjerojatnost rezervi na temelju jednostavne volumetrijske jednadžbe u funkciji poroznosti (tzv. P10, P50, P90 tj. deseti, pedeseti i devedeseti percentil) 6. Predikcija sastava ugljikovodika na temelju mjerenih komponentnih udjela. Opće prihvaćena metoda temelji se na pretpostavci gamma distribucije i određivanju njenih parametara (Whitson, C.H., Soreide, I. and Anderson, T.F., 1989. <i>C7+ characterization of related equilibrium fluids using the gamma distribution.</i>). Odrediti raspodjelu koja se najbolje poklapa s mjerenim sastavom i prema određenim parametrima raspodjele generirati niz slučajnih uzoraka za dalje analize termodinamičkog ponašanja fluida. 7. Prema proizvodnim podacima u dosadašnjem vijeku nekog polja izraditi krivulju pada proizvodnje u budućnosti (analiza krivulje pada proizvodnje). Pri tome isključiti podatke koji zbog niza faktora (loše mjerenje, promjene u režimu proizvodnje, stimulacija proizvodnje frakturiranjem i sl.) narušavaju tipični izgled krivulje pada proizvodnje (outlieri, ponderirani reziduali, linearna regresija itd.) 8. Određivanje raspodjele veličine pora na temelju mjerenja kapilarnog tlaka, procjene dominantne geometrije pora i odnosa močivosti i određenog sastava stijene (multivarijantna analiza, distribucije frekvencije, grafički prikazi distribucije i vjerojatnosti).
<p>Oblici nastave</p>	<p>Statistika - teorijski dio: Nastava će se provoditi putem predavanja te učenja iz zadane literature.</p> <p>Statistika u rudarstvu (inženjerska mjerenja): Nastava će se provoditi putem predavanja, vježbi na računalu i praktičnog rada u laboratoriju – mjerenja i izrada članka za objavu.</p> <p>Statistika u geologiji: Nastava će se provoditi putem predavanja te seminara uz računalno modeliranje. Nastavni materijali već postoje u obliku sveučilišnoga udžbenika i nekoliko znanstvenih radova, te slobodnih računalnih programa i mjernih uređaja.</p> <p>Statistika u geološkom inženjerstvu Nastava će se provoditi putem predavanja, vježbi na računalu i studentskog projekta.</p> <p>Statistika u naftnom rudarstvu: Nastava će se provoditi putem predavanja uz praktične primjere tj. vježbe na računalu te projektnog zadatka prikupljanja, obrade i interpretacije podataka, završno s objavom i prezentiranjem rezultata.</p>
<p>Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada</p>	<p>Statistika - teorijski dio: 1. Ispit (pismeni dio, dio na računalu)</p> <p>Statistika u rudarstvu (inženjerska mjerenja): 1. Studentski projekt/seminar/znanstveni rad 2. Usmeni ispit</p> <p>Statistika u geologiji:</p>

Studenti su dužni izraditi seminarski rad i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom. Time se ispit sastoji iz pismenog i usmenog dijela. Rezultate će objaviti i u znanstvenom radu.

Statistika u geološkom inženjerstvu

1. Studentski projekt
2. Usmeni ispit

Statistika u naftnom rudarstvu:

1. Studentski projekt/seminar/znanstveni rad
2. Usmeni ispit

20-H05 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Principi i primjena kemije u inženjerskoj struci (6 ECTS) - nositelji: Kapor, F.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - Prikazati teoriju elektrolitskih vodenih otopina i kemijske ravnoteže u vodenim sustavima okoliša - Prikazati fizikalni, kemijski i biokemijski sastav voda i metode pročišćavanja - Prikazati kemijski sastav i metode analize okoliša - Definirati utjecaj zagađivala na okoliš uslijed ljudske aktivnosti - Objasniti kemijske procese u odlagalištima otpada - Prikazati i objasniti kemijski sastav različitih materijala s obzirom na postojanost i mogućnost recikliranja - Prikazati korozijske procese na metalnoj opremi za bušenje, proizvodnju i transport nafte i plina i parametre koji utječu na koroziju - Prikazati metode kontrole korozije i mogućnost korištenja legiranih materijala, prevlaka i katodne zaštite u svrhu smanjenja korozijskih oštećenja

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - Povezati elektrolitsku prirodu voda s njezinim svojstvima i predvidjeti pomicanje kemijske ravnoteže u vodenim otopinama s obzirom na promjenu stanja u okolišu (1 ECTS) - Predložiti metodu obrade voda s obzirom na onečišćenje (1 ECTS) - Predložiti kemijske i analitičke metode analize uzorka s obzirom na količinu analita (1 ECTS) - Predložiti metodu recikliranja različitih otpadnih materijala (1 ECTS) - Procijeniti tip korozijskog procesa te predložiti odgovarajuću metodu praćenja i zaštite od korozije (1 ECTS) - Predložiti izbor odgovarajućeg materijala za metalnu opremu s obzirom na metalurške parametre i kemijski sastav elektrolita u naftnom rudarstvu (1 ECTS)

Sadržaj predmeta	<p>(1) Elektrolitska priroda vodenih otopina: primjena Debye- Hückelove teorije na ionsku jakost i ponašanje vodenih otopina, utjecaj pH, Eh i pT uvjeta otvorenih i zatvorenih vodenih bazena na stabilnost i ravnotežu vodenih otopina, entalpija i slobodna Gibbsova energija. (2) Metalno-organski kompleksi u vodenim otopinama. Geokemija prirodnih pročišćavanja voda u vodonosnicima. Kemijska precipitacija. Sedimentacija. Flotacija. Glavni tipovi ionske izmjene. (3) Standardi kvalitete. Biološka onečišćenja. Prirodni organski materijali. Umjetni organski mikro zagađivači. Radioaktivnost. Prirodna radioaktivnost. Umjetna radioaktivnost. (4) Onečišćenja koja utječu na zdravlje. Onečišćenja koja nemaju utjecaja na zdravlje. (5) Okoliš s kemijskog stajališta. Proces i zagađivanja uslijed ljudskih aktivnosti te kemizam zagađivala i karakterizacije. (6) Otpad i zagađivala iz rudarstva, industrije i domaćinstva. Skladištenje, uništenje i iskorištavanje krutih, tekućih i plinovitih otpadnih tvari. Kemijski procesi u odlagalištima otpada. Emisija zagađivala u okoliš i interakcija s okolišem. Registracija i kontrola emisije zagađivala. Aparati i mjerne tehnike. (7) Akcidentne situacije pri dobivanju i preradi mineralnih sirovina. Izbor najpovoljnije metode i uređaja za zbrinjavanje različitih otpada. Mogućnosti sanacije. Smanjenje otpada kao element održivog razvitka. (8) Uzimanje uzoraka iz tla, vode te otpadnih muljeva i krutog otpada. Kemijske analitičke metode - klasične kemijske analize i instrumentalne metode. Obrada i analiza rezultata. (9) Korozijski procesi na metalnoj opremi za bušenje, proizvodnju i transport nafte i plina. Tipovi korozije, opća korozija, lokalizirana korozija: rupičasta i pukotinska, galvanska, mikrobiološka i korozija uvjetovana metalurškim parametrima, degradacije uslijed mehaničkih faktora, korozijski lom uslijed unutarnjih i vanjskih čimbenika. Dizajn za smanjenje pojava korozije. (10) Uzroci korozije: prisutnost ugljičnog dioksida i sumporovodika, polisulfida, organskih kiselina, kisikom kontaminiranih fluida, isplaka, vode, slanih voda, klorovodična kiselina injektirana za povećanje permeabilnosti formacije. (11) Metode korozijske kontrole, izbor korozijski otpornih legura, zaštitne prevlake, primjena katodne zaštite na opremu</p>
------------------	--

	<p>bušotina. Inhibitori, fizičke karakteristike, izbor i način primjene inhibitora na osnovi poznavanja mehanizama njihovog djelovanja. Nemetalni materijali u procesima dobivanja nafte i plina, njihova korozija i zaštita. (12) Korozijska kontrola u praksi isplake, sadržaja kisika, sumporovodika, ugljičnog dioksida, netopivih taloga i depozita u primarnoj proizvodnji, opreme korištene u sekundarnoj proizvodnji, offshore proizvodnih platformi i cijevnog sustava.</p>
<p>Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)</p>	<p><i>Nastava će se provoditi putem:</i> <i>predavanja (3 ECTS = 15)</i> <i>projektnog zadatka koji uključuje i laboratorijska ispitivanja (2 ECTS = 10NS)</i> <i>pripreme materijala za seminar znanstvene kvalitete (1 ECTS = 5).</i></p>
<p>Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada</p>	<p><i>Studenti su dužni izraditi projektni zadatak koji uključuje i ispitivanja, prezentirati ga, te materijale pripremiti za objavu u obliku znanstvenog članka.</i></p> <p>Predavanja (0 bodova): 1. prisutnost studenta</p> <p>projektni zadatak (70 bodova) 1. prikupljanje i čitanje literature 2. rješavanje projektnog zadatka koji uključuje i laboratorijska ispitivanja</p> <p>završni ispit (30 bodova): 1. izlaganje rješenja projektnog zadatka i razgovor o njemu</p>

20-H06 Opis predmeta	
Naziv predmeta	GIS i baze podataka (5 ECTS) - nositelj: Perković, D.
Ciljevi predmeta	Predstaviti sustave za upravljanje bazama podataka Obraditi relacijski model i relacijske baze podataka Prikazati modeliranje podataka, upitni jezik SQL i relacijsku algebru Obraditi dizajn baze podataka Predstaviti geografske informacijske sustave (GIS) Prikazati tematsko modeliranje, prostornu analizu i vizualizaciju Prikazati korištenje baza podataka u GIS Obraditi geoprostorne baze podataka i WEBGIS sustave

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - izraditi konceptualni, logički i fizički model podataka na temelju analize podataka - dizajnirati bazu podataka na temelju izrađenih modela i testirati je unosom vlastitih podataka - postaviti upite nad bazom podataka i definirati ograničenja, sigurnost i zaštitu baze podataka - izraditi GIS projekt na temelju analize prostornih podataka - izvršiti prostorne operacije i generirati kartografske prikaze - dizajnirati geoprostornu bazu podataka i WEBGIS sustav

Sadržaj predmeta	(1) Sustavi za upravljanje bazama podataka; (2) Relacijski model podataka; (3) Analiza podataka: entiteti, veze, dijagram entiteti-veze, atributi i domene, ključevi, specijalizacija/generalizacija); (4) Razvoj modela podataka: konceptualni model, logički model, fizički model; (5) Dizajn baze podataka: normalizacija, referencijalni integritet, redundancija, ograničenja; (6) Prilagodba baze podataka: grafičko sučelje, izbornici, upiti, obrasci, izvješća, programski moduli; (7) Sigurnost i zaštita baze podataka; (8) Završna faza razvoja: provjera ispravnosti, dokumentiranje, održavanje baza podataka, uklanjanje grešaka, nadgradnja; (9) Geografski informacijski sustavi; (10) Temeljni prostorni objekti u GIS-u; (11) Analiza podataka i prostorne operacije; (12) Osnovni kartografski elementi i tehnike vizualizacije u GIS projektu ; (13) Strukturirane baze podataka i GIS/CAD sustavi; (14) Geoprostorne baze podataka; (15) WEBGIS sustavi
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<i>Nastava će se provoditi putem predavanja (1 ECTS), projektnog zadatka (5 ECTS) te završnog pismenog ispita (1 ECTS).</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni pohađati predavanja, izraditi projektni zadatak i prezentirati ga, te položiti završni pismeni ispit.</i> <p>Predavanja (0 bodova):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. prisutnost studenta <p>projektni zadatak (70 bodova)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. prikupljanje i čitanje literature 2. rješavanje projektnog zadatka 3. izlaganje <p>završni ispit (30 bodova):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. priprema 2. pismeni ispit

20-R01-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Površinska eksploatacija – ND1: Površinska eksploatacija čvrstih mineralnih sirovina (3 ECTS) - nositelj: Bohanek, V.
Ciljevi predmeta	prikazati razvoj metoda i tehnologija eksploatacije na površinskim kopovima prikazati svjetske potrebe i proizvođače mineralnih sirovina po vrstama – metalnih ruda, ugljena, nemetala i mineralnih sirovina za građevinske materijale, objasniti proces standardizacije u eksploataciji mineralnih sirovina usmjeren na mehanizaciju i upravljanje postupkom uređenja otkopanog prostora.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand bi trebao biti sposoban: formulirati razvoj metoda i tehnologija eksploatacije na površinskim kopovima prezentirati svjetske potrebe i proizvođače mineralnih sirovina po vrstama – metalnih ruda, ugljena, nemetala i mineralnih sirovina za građevinske materijale prezentirati proces standardizacije u eksploataciji mineralnih sirovina usmjeren na mehanizaciju i upravljanje postupkom uređenja otkopanog prostora
--------------------------------------	---

Sadržaj predmeta	Površinska eksploatacija čvrstih mineralnih sirovina Metode i tehnologije eksploatacije čvrstih mineralnih sirovine. Specifičnosti metoda eksploatacije nemetalnih mineralnih sirovina u Hrvatskoj i svijetu. Uvjeti i metode eksploatacije u funkciji pripreme mineralne sirovine za daljnju preradu. Primjena odgovarajućih metoda eksploatacije i tehnologije oplemenjivanje i prerade kojima se štite ostali resursi u okolini (voda, zrak, tla, priroda) te smanjuju štetni utjecaji na okoliš na najmanju moguću mjeru. Selektivne metode eksploatacije vezano za potrebe zadovoljavanja kakvoće mineralne sirovine za odgovarajuću industrijsku preradu. Primjena računalnih programa u proračunu rezervi mineralnih sirovina, planiranju i razvoju rudarskih radova, optimiranju proizvodnje, projektiranju i izboru tehnologije. Rekultivacija i prenamjena prostora eksploatacijskih polja površinskih kopova čvrstih mineralnih sirovina tijekom i po završetku eksploatacije. Zakonski okviri površinske eksploatacije – propisi iz područja rudarstva u odnosu na ostale relevantne propise zaštite okoliša, zaštite prirode i dokumenata prostornog planiranja.
Oblici nastave	<i>Predavanja</i> <i>Vježbe</i> <i>Seminar</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Usmeni ispit, ocjena seminarskog rada

20-R01-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Površinska eksploatacija – ND2: Dobivanje i obrada arhitektonsko–građevnog kamena (3 ECTS)</i> <i>- nositelji: Kujundžić, T.; Korman, T.</i>
Ciljevi predmeta	Definirati kriterije vrednovanja ležišta arhitektonsko –građevnog kamena Prikazati suvremene načine otvaranja i razrade površinske eksploatacije ležišta, te metoda obrade arhitektonsko –građevnog kamena Prikazati metode određivanja optimalnog pravca razvoja kopa arhitektonsko –građevnog kamena Prikazati teorijsko eksperimentalne značajke dobivanja i obrade Definirati kriterije izbora strojeva i reznih alata, te uvjeta i načina rada pri dobivanju i obradi različitih vrsta stijena Prikazati teorijske postavke daljnjeg razvitka tehnologije dobivanja i obrade
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand bi trebao biti sposoban: Formulirati vrijednost ležišta arhitektonsko –građevnog kamena Razviti način otvaranja i razrade površinske eksploatacije ležišta i metode obrade arhitektonsko –građevnog kamena Kreirati optimalni pravac razvoja kopa arhitektonsko –građevnog kamena Generirati izbor strojeva i reznih alata, te uvjeta i načina rada pri dobivanju i obradi različitih vrsta stijena Postaviti hipoteze daljnjeg razvitka tehnologije dobivanja i obrade arhitektonsko –građevnog kamena
Sadržaj predmeta	<i>Dobivanje i obrada arhitektonsko–građevnog kamena</i> Vrednovanje ležišta, tektonski sklop, blokovitost i iskoristivost. Suvremeni pogledi na načine otvaranja i razrade površinske eksploatacije ležišta, te metoda obrade arhitektonsko kamena. Grafičke i računske metode određivanja optimalnog pravca razvoja kopa po površini i visini. Teorijsko-eksperimentalne značajke dobivanja kamena suvremenim načinima piljenja i cijepanja stijena, laboratorijska i terenska istraživanja u različitim etapama dobivanja i obrade. Kriteriji izbora konstrukcijskih i tehnoloških parametara strojeva i reznih alata, te uvjeta i načina rada pri dobivanju i obradi različitih vrsta stijena. Teorijske postavke mogućih pravaca daljnjeg razvitka tehnologije dobivanja i obrade arhitektonsko kamena.
Oblici nastave	<i>Predavanja</i> <i>Laboratorijske vježbe</i> <i>Seminar</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Seminarski rad, usmena provjera znanja, projektni zadatak

20-R01-3 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Površinska eksploatacija – ND3: Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama u EU (3 ECTS) - nositelji: Klanfar, M.; Bohanek, V.
Ciljevi predmeta	protumačiti kretanja na globalnom tržištu mineralnih sirovina i poziciju EU, iskazati ciljeve Europskog inovacijskog partnerstva o mineralnim sirovinama, prikazati status eksploatiranih količina čvrstih mineralnih sirovina po pojedinim vrstama u EU, prikazati ciljeve i strukturne stupove Strateškog implementacijskog plana o mineralnim sirovinama EU, prikazati primjere dobre prakse u gospodarenju mineralnim sirovinama (Finska, Irska, Švedska, Portugal) prikazati ciljeve i sadržaje europskih projekata u području mineralnih sirovina (programi Horizon 2020, FP7 i ostali)

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand bi trebao biti sposoban: razumjeti odnose i stanja na globalnom tržištu mineralnih sirovina i poziciju EU prezentirati status eksploatacije mineralnih sirovina u EU prezentirati ciljeve Europskog inovacijskog partnerstva o mineralnim sirovinama i Strateškog implementacijskog plana o mineralnim sirovinama EU poznavati ciljeve i sadržaje europskih projekata u području mineralnih sirovina prezentirati primjere dobre prakse u gospodarenju mineralnim sirovinama u državama EU
--------------------------------------	--

Sadržaj predmeta	Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama u EU Prilike i odnosi na globalnom tržištu mineralnih sirovina te stanje u rudarstvu i pozicija EU. Ciljevi i struktura Europskog inovacijskog partnerstva o mineralnim sirovinama i Strateškog implementacijskog plana o mineralnim sirovinama sukladno ciljevima europske industrijske politike. Ciljevi i sadržaj pojedinih stupova Strateškog implementacijskog plana: tehnološkog, netehnološkog i stupa međunarodne suradnje. Ciljevi, sadržaji i rezultati europskih projekata u području mineralnih sirovina (programi Horizon 2020, FP7 i ostali) te njihova međusobna sličnost i povezanost. Primjeri dobre prakse u mineralnim politikama i gospodarenju mineralnim sirovinama u pojedinim zemljama članicama EU (Finska, Irska, Švedska, Portugal) i usporedba sa mineralnom politikom i gospodarenjem mineralnim sirovinama u Republici Hrvatskoj.
Oblici nastave	<i>Predavanja</i> <i>Seminar</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Usmeni ispit, ocjena seminarskog rada

20-R02-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Podzemna eksploatacija – ND1: Proračuni vjetrenja rudnika i podzemnih prostorija (3 ECTS) - nositelj: Klanfar, M.
Ciljevi predmeta	pokazati metode za proračun količina zraka u podzemnim rudnicima i podzemnim prostorijama, pokazati metode proračuna separatne ventilacije, pokazati metode za proračun potrebnog vremena vjetrenja nakon izvedenog miniranja na čelu radilišta, pokazati karakteristike ventilatora i serijsko/paralelnih spojeva više ventilatora, pokazati metode mjerenja ventilacijskih parametara na ventilacijskoj cijevi

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand bi trebao biti sposoban:
	proračunati potrebne količine zraka u podzemnim rudnicima i podzemnim prostorijama proračunati separatnu ventilaciju u podzemnim rudnicima i podzemnim prostorijama proračunati potrebno vrijeme vjetrenja nakon izvedenog miniranja na čelu radilišta kreirati karakteristike ventilatora i serijsko/paralelnih spojeva više ventilatora osmisлити metode mjerenja ventilacijskih parametara na ventilacijskoj cijevi

Sadržaj predmeta	Proračuni vjetrenja rudnika i podzemnih prostorija Vjetrene mreže podzemnih rudnika i podzemnih prostorija. Otpori strujanja različitih vrsta vjetrenih provodnika. Proračun količina zraka u vjetrenoj mreži rudnika, relevantni obrasci i računski primjeri. Prirodna depresija i utjecaj na vjetrenu mrežu i rad ventilatora. Radne karakteristike ventilatora u vjetrenoj mreži, pomoćni i glavni. Tehnički normativi i propisi vezani za vjetrenje rudnika i podzemnih prostorija. Kontrola kakvoće zraka u jamama rudnika i podzemnim prostorima. Kondicioniranje jamskog zraka, aspekti zdravlja ljudi i sigurnosti rada u rudniku vezana za vjetrenje. Plinoviti produkti detonacija raznih vrsta eksploziva. Imisije štetnih i opasnih plinova nakon miniranja i tijekom rada diesel mehanizacije. Određivanje potrebnog vremena vjetrenja radnih prostora za razblaživanje koncentracije štetnih i opasnih plinova produkata eksplozije ispod maksimalno dopuštenih koncentracija (MDK) nakon izvedenog miniranja. Pad pritiska zraka u vjetrenim cijevima prilikom separatnog vjetrenja, teoretski obrasci i mjerenja duž cjevovoda.
Oblici nastave	<i>Predavanja; Vježbe; Seminar</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Usmeni ispit, ocjena seminarskog rada

20-R02-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Podzemna eksploatacija – ND2: Dobivanje i obrada arhitektonsko-građevnog kamena (3 ECTS) - nositelji: Kujundžić, T.; Korman, T.
Ciljevi predmeta	Definirati kriterije vrednovanja ležišta arhitektonsko-građevnog kamena Prikazati suvremene načine otvaranja i razrade podzemne eksploatacije ležišta, te metoda obrade arhitektonsko-građevnog kamena Prikazati metode određivanja optimalnog pravca razvoja rudnika arhitektonsko-građevnog kamena Prikazati teorijsko eksperimentalne značajke dobivanja i obrade Definirati kriterije izbora strojeva i reznih alata, te uvjeta i načina rada pri dobivanju i obradi različitih vrsta stijena Prikazati teorijske postavke daljnjeg razvitka tehnologije dobivanja i obrade

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand bi trebao biti sposoban:
	Formulirati vrijednost ležišta arhitektonsko-građevnog kamena Razviti način otvaranja i razrade podzemne eksploatacije ležišta i metode obrade arhitektonsko-građevnog kamena Kreirati optimalni pravac razvoja rudnika arhitektonsko-građevnog Generirati izbor strojeva i reznih alata, te uvjeta i načina rada pri dobivanju i obradi različitih vrsta stijena Postaviti hipoteze daljnjeg razvitka tehnologije dobivanja i obrade

Sadržaj predmeta	Dobivanje i obrada arhitektonsko-građevnog kamena Vrednovanje ležišta, tektonski sklop, blokovitost i iskoristivost. Suvremeni pogledi na načine otvaranja i razrade podzemne eksploatacije ležišta, te metoda obrade arhitektonsko-građevnog kamena. Grafičke i računске metode određivanja optimalnog pravca razvoja rudnika arhitektonsko-građevnog kamena. Teorijsko-eksperimentalne značajke dobivanja kamena suvremenim načinima piljenja i cijepanja stijena, laboratorijska i terenska istraživanja u različitim etapama dobivanja i obrade. Kriteriji izbora konstrukcijskih i tehnoloških parametara strojeva i reznih alata, te uvjeta i načina rada pri dobivanju i obradi različitih vrsta stijena. Teorijske postavke mogućih pravaca daljnjeg razvitka tehnologije dobivanja i obrade arhitektonsko-građevnog kamena.
Oblici nastave	<i>Predavanja; Laboratorijske vježbe; Seminar</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Seminarski rad, usmena provjera znanja, projektni zadatak

20-R02-3 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Podzemna eksploatacija – ND3: Podzemna eksploatacija čvrstih mineralnih sirovina (3 ECTS) - nositelj: Galić, I.
Ciljevi predmeta	<p>Prezentirati okonturenje ležišta (izrada geološkog modela) primjenom suvremenih tehnika rada (računala i namjenskih programa).</p> <p>Prezentirati dizajniranje rudarskih podzemnih prostorija (primjenom računala i namjenskih programa).</p> <p>Prezentirati razvoj podzemnih rudarskih radova (način otvaranja kopova, razrada, priprema i otkopavanje ležišta).</p> <p>Prezentirati metode podzemne eksploatacije.</p> <p>Prezentirati metodologiju ocjene uspješnosti rudarskih aktivnosti i procjenu vrijednosti očekivanih rezultata istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina.</p> <p>Demonstrirati tehno-ekonomsku analizu uspješnosti (efikasnosti) eksploatacije mineralnih sirovina.</p>
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand bi trebao biti sposoban:
	<p>Kreirati model ležišta i kartu rezervi mineralnih sirovina</p> <p>Dizajnirati prostorije otvaranja, razrade, pripreme i otkopavanja ležišta podzemnim kopom</p> <p>Predložiti metodu podzemne eksploatacije mineralne sirovine, za određene uvjete (kriterije)</p> <p>Analizirati utjecaj podzemne eksploatacije na okoliš i predložiti način sanacije)</p> <p>Kreirati model tehno-ekonomske analize uspješnosti (efikasnosti) podzemne eksploatacije čvrstih mineralnih sirovina</p>
Sadržaj predmeta	<p>Podzemna eksploatacija čvrstih mineralnih sirovina</p> <p>Istraživanja mineralnih sirovina s površine i iz podzemnih rudarskih radova.</p> <p>Kreiranje geološkog modela i okonturenje ležišta (primjena računala i namjenskih programa).</p> <p>Ograničenje eksploatacijskog polja i određivanje veličina otkopnih jedinica (horizontalna i vertikalna raspodjela prostora).</p> <p>Razvrstavanje i dizajniranje rudarskih podzemnih prostorija (primjenom računala i namjenskih programa).</p> <p>Razvoj podzemnih rudarskih radova (otvaranje, razrada, priprema i otkopavanje).</p> <p>Metode podzemne eksploatacije mineralnih sirovina.</p> <p>Deformacije površine kao posljedica podzemne eksploatacije (utjecaj na okoliš).</p> <p>Metode ocjene uspješnosti i tehno-ekonomska analiza uspješnosti (efikasnosti) podzemne eksploatacije mineralnih sirovina.</p>
Oblici nastave	<i>Predavanja; Seminar</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Usmeni ispit, ocjena seminarskog rada

20-R03 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Projektiranje rudarskih radova (5 ECTS) - nositelji: Galić, I.
Ciljevi predmeta	<p>Prezentirati metodologiju projektiranja rudarskih radova.</p> <p>Demonstrirati primijenjene računalne programe za projektiranje rudarskih radova.</p> <p>Prezentirati metode prognoziranja i strateškog planiranja gospodarenja mineralnim sirovinama</p> <p>Demonstrirati prognoziranje i strateško planiranje gospodarenja mineralnim sirovinama u RH.</p> <p>Prezentirati podloge za projektiranje istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina.</p> <p>Demonstrirati metodologiju istraživanja ležišta i pristup utvrđivanja rezervi mineralnih sirovina s grafo-analitičkim rješenjima i integralnim pristupom.</p> <p>Demonstrirati način izrade tehničke (projektne) dokumentacije o istraživanju mineralnih sirovina</p> <p>Prezentirati modele (dizajniranje kontura) površinskih i podzemnih kopova s komparativnom analizom odabira načina eksploatacije.</p> <p>Prezentirati način otvaranja i razvoj kopova s kompozicijom rudarskih radova.</p> <p>Demonstrirati otvaranje i razvoj kopova prema vrsti mineralne sirovine</p> <p>Prezentirati metode eksploatacije s posebnim osvrtom na analizu utjecaja rudarskih radova na okoliš i prihvatljivim rješenjima.</p> <p>Prezentirati pristupe u tehničkoj sanaciji i prenamjeni rudarskih prostora, s grafičkim, analitičkim i/ili numeričkim modelima.</p> <p>Demonstrirati simulacije tehničke sanacije i prenamjene rudarskih prostora</p> <p>Prezentirati metodologiju ocjene uspješnosti rudarskih aktivnosti i procjenu vrijednosti očekivanih rezultata istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina.</p> <p>Demonstrirati način izrade tehničke (projektne) dokumentacije za izvođenje rudarskih radova (projekti istraživanja, studijska rješenja i projekti eksploatacije)</p>

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand bi trebao biti sposoban:
	<p>kombinirati metode projektiranja rudarskih radova (0,5 ECTS)</p> <p>prezentirati računalne programe za projektiranje rudarskih radova (0,5 ECTS)</p> <p>kritički prosuđivati prognoziranje i strateško planiranje gospodarenja mineralnim sirovinama (0,5 ECTS)</p> <p>prezentirati metode istraživanja mineralnih sirovina s površine i iz podzemnih rudarskih radova (0,5 ECTS)</p> <p>kritički prosuđivati metode eksploatacije čvrstih mineralnih sirovina (0,5 ECTS)</p> <p>dizajnirati modele ležišta i rudarskih radova (0,5 ECTS)</p> <p>prezentirati projektne rješenja izvođenja rudarskih radova (0,5 ECTS)</p> <p>kritički prosuđivati utjecaj rudarskih radova na okoliš (0,5 ECTS)</p> <p>prezentirati metode tehničke sanacije (0,5 ECTS)</p> <p>kreirati ekonomski model uspješnosti (efikasnosti) rudarskih radova (0,5 ECTS)</p>

Sadržaj predmeta	<p>Metode projektiranja u rudarstvu. Primjena računalnih programa u istraživanju i eksploataciji te određivanju parametara sustava površinske i podzemne eksploatacije. Stručne podloge za projektiranje.</p> <p>Prognoziranje i planiranje u rudarstvu. Donošenje strateških odluka.</p> <p>Rudarsko- geološke studije. Prostorno planiranje (općinsko, gradsko, županijsko, državno).</p> <p>Planiranje i projektiranje rudarskih radova.</p> <p>Planiranje i projektiranje istražnih radova. Pristupi u istraživanju mineralnih sirovina.</p> <p>Metode proračuna rezervi mineralnih sirovina.</p>
------------------	---

	<p>Prikaz i analiza tehničke (projektne) dokumentacije o istraživanju mineralnih sirovina. Pristupi u projektiranju površinske i podzemne eksploatacije m.s. (a-gk, t-gk, boksit i dr. rude metala, gips, glina, karbonatna sirovina za ind. preradu, sirovine za dobivanje cementa, ugljen i dr.): mjesto i način otvaranja, razvoj rudarskih radova i oblikovanje kopa, dinamika i vremenski plan rada. Kriteriji za odabir načina eksploatacije mineralne sirovine po mjestu izvođenja rudarskih radova (površinska ili podzemna eksploatacija) Geometrijske analize faznih i završnih kontura rudarskih objekata te različite vrste proračuna, od projektnih parametara, obujma materijala, troškova, proizvodnih cijena, do znanstveno stručnih prognoza i procjena (primjeri za pojedine m.s.). Modeliranje organizacije rada. Sanacija prostora rudnika i okoliša (redovita i izvanredna). Moguća poboljšanja i inovativnost u rudarstvu obzirom na efikasnost i zaštitu okoliša. Tehno-ekonomska analiza (ocjena) uspješnosti (efikasnosti) načina eksploatacije. Prikaz i analiza tehničke (projektne) dokumentacije o eksploataciji mineralnih sirovina.</p>	
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	Skup IU: Projektiranje rudarskih radova	5 ECTS
	<i>Predavanja</i>	3
	<i>Seminar-prezentacija</i>	2
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<p><i>Studenti su dužni izraditi računalnu simulaciju projektnih rješenja i izvođenja rudarskih radova te izraditi seminarski rad. Studenti će prezentirati simulacije i seminarski rad pred kolegama i nastavnikom. Ispit se sastoji od pismenog i usmenog dijela. U okviru pismenog dijela ispita student će analizirati metode eksploatacije prema zadanom projektnom zadatku. U okviru usmenog dijela ispita student treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva.</i></p>	

20-R04 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Optimalizacija mehaniziranosti rudarskih i geotehničkih radova (8 ECTS) - nositelji: Kujundžić, T.; Korman, T.
Ciljevi predmeta	<p>Prikazati konstrukcijske i tehnološke koncepte rudarskih strojeva i ekološke te prostorno-planske značajke rudničkih prometnih sustava kao i trendove njihovog razvoja</p> <p>Obraditi tehničke značajke, mogućnosti, nivo suvremenosti, pouzdanost i ekonomičnost mehanizacije i rudničkih prometnih sustava</p> <p>Prikazati primjere usklađivanja mehanizacije i prometnih sustava s određenom tehnologijom rudarskih radnji</p> <p>Definirati kriterije i metode izbora rudničke mehanizacije i rudničkih prometnih sustava</p> <p>Prikazati mogućnosti simulacije radnih uvjeta rudničke mehanizacije i optimizacije prometnih sustava</p>

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand bi trebao biti sposoban:
	<p>Formulirati tehničke značajke, mogućnosti, nivo suvremenosti, pouzdanost i ekonomičnost mehanizacije i rudničkih prometnih sustava (1,5 ECTS) - Kujundžić</p> <p>Integrirati mehanizaciju i prometni sustav s određenom tehnologijom rudarskih radnji (1,5 ECTS) - Kujundžić</p> <p>Generirati izbor mehanizacije i rudničkog prometnog sustava (1,5 ECTS) – Korman</p> <p>Postaviti ciljeve simulacije radnih uvjeta rudničke mehanizacije (1,5 ECTS) - Korman</p> <p>Optimizirati rudnički prijevozni sustav (2 ECTS) - Kujundžić, Korman</p>

Sadržaj predmeta	<p>Različiti konstrukcijski i tehnološki koncepti rudarskih strojeva za dobivanje, utovar i izradu podzemnih prostorija i tunela. Razvitak i sazrijevanje pojedinih koncepcija, suvremeno stanje i trendovi razvoja u bližoj i daljoj budućnosti, teorijska razmatranja. Tehničke značajke, mogućnosti, nivo suvremenosti, pouzdanost i ekonomičnost određenog tipa ili vrste mehanizacije. Tehnološka usklađenost mehanizacije s određenom tehnologijom konkretnih rudarskih radnji. Kriteriji i metode izbora rudničke mehanizacije. Mogućnosti simulacije radnih uvjeta rudarske mehanizacije u neposrednoj radnoj i široj sredini.</p> <p>Rudnički prometni sustavi, njihove tehno-ekonomske, ekološke, prostorno-planske i druge značajke. Uloga i utjecaj prijevoza na kapacitet proizvodnje i iskoristivost mineralnih resursa. Tradicijske i suvremene metode planiranja jamskog i površinskog prijevoza, načini rangiranja, alternativna rješenja. Kriteriji za izbor i procjenu ponašanja pojedinog prijevoznog sustava. Optimiranje različitih načina prijevoza.</p>	
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<p>Predavanja s diskusijom.</p> <p>Laboratorijske vježbe.</p> <p>Seminarski rad.</p>	<p>3</p> <p>3</p> <p>2</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Seminarski rad, usmena provjera, projektni zadatak.	

20-R05-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Eksplozivi i tehnološke primjene eksplozivnih procesa – ND1: Modeliranje i suvremene primjene eksplozivnih procesa (4 ECTS)</i> - nositelj: Dobrilović, M.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati teoriju nastanka udarnih valova i Renkine Hugoinove jednadžbe očuvanja u udarnom valu - prikazati postavke, izvedbu i primjenu CJ i ZND modela idealne detonacije, strukturu reakcijske zone i detonacijske parametre, te izentropijsku ekspanziju detonacijskih produkata - prikazati uzroke nastanka neidealne detonacije te teorijske modele za opisivanje neidealne detonacije te primjenu računalnog termo-kemijskog programa za teorijsko izračunavanje detonacijskih parametara - prikazati utjecaj detonacijskih parametara eksploziva na djelovanje eksplozije na okolnu sredinu, - predočiti pristupe procjene fragmentacije miniranog materijala

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> -klasificirati i prezentirati vrste i primjenu eksplozivnih procesa -povezati postavke teorija eksplozivnih procesa -povezati teorijske postavke s primjenom eksplozivnih procesa -predvidjeti djelovanje eksplozivnih tvari s obzirom na sastav i uvjete odvijanja reakcije
Sadržaj predmeta	<p>Osnovni pojmovi energetske materijala, kemijske reakcije eksplozije, detonacija, sagorijevanje, deflagacija.</p> <p>Udarni valovi: opis udarnih valova, modeli udarnih valova, nastajanje udarnih valova, Rankine-Hugoinot jednadžbe očuvanja. Detonacija: fizikalni model detonacije, CJ i ZND model idealne detonacije. Odstupanje od modela idealne detonacije, Wood-Kirkwood model neidealne detonacije. Detonacijska svojstva konvencionalnih eksploziva-Energija produkata detonacije. Djelovanje udarnih valova. Radna sposobnost i brizantnost eksploziva, ubrzanje metala i Gurnijev model. Primjena energije eksploziva.</p> <p>Numeričko modeliranje eksploziva i propelanata,- Modeliranje djelovanja detonacije.</p> <p>Teoretska načela i primjeri civilne primjene energije eksploziva za zavarivanje, otvrdnjavanje, rezanje, kompaktiranje i polimorfnu promjenu materijala. Djelovanje energije u okolini minske bušotine, fragmentiranje stijene i teorije miniranja.</p>
Oblici nastave	Nastava se provodi putem predavanja vježbi i konzultacija uz primjenu samostalnog istraživačkog rada te laboratorijskih i terenskih istraživanja
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Usmeni ispit, Projektni zadatak-seminar <i>Studenti su dužni riješiti projektni zadatak odnosno izraditi seminarski rad te ga prezentirati pred kolegama i nastavnikom. Ispit se sastoji od usmenog dijela u sklopu kojega student treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva</i>

20-R05-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Eksplzivni i tehnološke primjene eksplozivnih procesa – ND2: Napredne metode ispitivanja i utjecaj eksplozivnih procesa na okoliš (3 ECTS)</i> <i>- nositelji: Bohanek, V.; Škrlec, V.; Stanković, S.</i>
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - predočiti pristupe procjene fragmentacije miniranog materijala - predočiti mogućnosti i prednosti primjene naprednih inicijalnih sustava i eksploziva - povezati značajke naprednih eksploziva i učinak u radnoj sredini - izložiti metode procjene i zaštitu od štetnih utjecaja miniranja - izložiti metode ispitivanja eksplozivnih tvari

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> -predložiti metode ispitivanja eksplozivnih tvari -sastaviti rješenje tehnike miniranja u posebnim uvjetima -predvidjeti fragmentaciju odminiranog materijala -osmisliti mjere zaštite okoline od miniranja i predvidjeti mjeru djelovanja na okolinu
Sadržaj predmeta	Metode ispitivanja svojstava eksplozivnih tvari. Laboratorijske metode ispitivanja. Modelske metode ispitivanja. Terenske metode ispitivanja. Normiranje u ispitivanju eksplozivnih tvari. Štetna djelovanja miniranja na okolinu i načini smanjenja utjecaja. Seizmički efekti miniranja, zračni udarni val i buka, odbacivanje miniranog materijala. Normiranje štetnog utjecaja miniranja. Optimalizacija i projektiranje minerskih radova. Primjena naprednih inicijalnih sustava i eksploziva, simuliranje dinamike miniranja i prognoza fragmentacije odminirane stjenske mase
Oblici nastave	Nastava se provodi putem predavanja vježbi i konzultacija uz primjenu samostalnog istraživačkog rada te laboratorijskih i terenskih istraživanja
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Usmeni ispit, Projektni zadatak-seminar <i>Studenti su dužni riješiti projektni zadatak odnosno izraditi seminarski rad te ga prezentirati pred kolegama i nastavnikom. Ispit se sastoji od usmenog dijela u sklopu kojega student treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva</i>

20-R06-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Izrada podzemnih prostorija, tunela i odlagališta radioaktivnog otpada – ND1: Područje izrade podzemnih prostorija i tunela (4 ECTS) - nositelji: Dobrilović, M.; Bohanek, V., Stanković, S.
Ciljevi predmeta	PODRUČJE IZRADE PODZEMNIH PROSTORIJA I TUNELA izložiti vrste podzemnih prostorija i metode iskopa, prikazati klasične, strojne i specijalne metode iskopa tunela i podzemnih prostorija, prikazati metode podgrađivanja horizontalnih, kosih i okomitih podzemnih prostorija, prikazati metode i strojeve za segmentni i punoprofilni iskop, izložiti vrste i svojstva gradivnih materijala primarne i sekundarne podgrade, predočiti metode teoretskog i eksperimentalnog određivanja nosivosti podgrade rudničkih prostorija,

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	klasificirati i prezentirati vrste podzemnih prostorija i metode iskopa, povezati svojstva stijenske mase i metode iskopa, osmisliti program mjerenja utjecaja metode iskopa na prostoriju predložiti metodu iskopa i planirati radni ciklus iskopa, dizajnirati podgradni sklop.

Sadržaj predmeta	PODRUČJE IZRADE PODZEMNIH PROSTORIJA I TUNELA Namjena podzemnih prostorija u rudarstvu i ostalim djelatnostima. Klasične i specijalne metode iskopa horizontalnih, vertikalnih i kosih prostorija. Specijalne metode dubljenja okana i izrade hodnika u sipkim materijalima, metode injektiranja, zamrzavanja i bušenje vodonosnih stijena.. Iskop miniranjem podzemnih prostorija i tunela. Suvremene metode bušenja minskih bušotina, primjena elektroničkog inicijalnog sustava. Uporaba emulzijskih eksploziva pripremljenih na mjestu uporabe, kemijska senzibilizacija matrice. Konturno miniranje. Metode transporta, strojevi i sustavi za odvoz iskopanog stijenskog materijala. Strojni iskop podzemnih prostorija i tunela po sekcijama i u punom profilu. Iskop u čvrstim, mekim i vodonosnim stijenama. Principi rada strojeva za puni profil iskopa tunela. Vrste podgrade i metode proračuna primarne podgrade. Mikrotuneliranje Posebnost iskopa podzemnih prostorija i tunela u krškim karbonatnim stijenama. Mjerenje utjecaja miniranja na privremenu i stalnu podgradu i okolne objekte. Instrumenti i metode mjerenja utjecaja miniranja u podzemnim prostorijama. Proračun dozvoljene količine eksplozivnog punjenja. Primjeri iz prakse. Teorija popustljive podgrade i njezina primjena. Nova austrijska tunelska metoda iskopavanja i podgrađivanje. Iskustva na izvedenim projektima.
Oblici nastave	<i>Nastava će se provoditi putem predavanja, auditornih vježbi i seminara. U okviru seminara studenti će samostalno rješavati zadatke na zadanu temu i riješiti projektni zadatak odnosno izraditi seminarski rad. U okviru predavanja studenti će dobiti nastavne materijale, hodogram aktivnosti te će se raspravljati o problematici vezanoj uz projektni zadatak.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni riješiti projektni zadatak odnosno izraditi seminarski rad iz područja izrade podzemnih prostorija i tunela te ga prezentirati pred kolegama i nastavnikom. Ispit se sastoji od usmenog dijela u sklopu kojega student treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva.</i>

20-R06-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Izrada podzemnih prostorija, tunela i odlagališta radioaktivnog otpada – ND2: Područje tunelogradnje (3 ECTS) - nositelj: Škrlec, V.</i>
Ciljevi predmeta	<p>PODRUČJE TUNELOGRADNJE</p> <p>prikazati klasične i suvremene metode iskopa tunela, prikazati metode i strojeve za punoprofilni iskop tunela, izložiti interakciju stijenskog masiva, podgradnog sustava i obloge tunela, predočiti metode teoretskog i eksperimentalnog određivanja nosivosti podgrade tunela, predočiti metodu proračuna naprezanja uz otvor tunela, predočiti mjerne uređaje za snimanja oblika iskopa, konvergencije i mjerenja deformacija masiva i elemenata podgrade tunela, izložiti novu austrijsku tunelsku metodu i norvešku tunelsku metodu.</p>

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<p>predložiti program praćenja ponašanja podgrade tunela, osmisliti program mjerenja u svrhu smanjenja štetnog djelovanja iskopa tunela miniranjem na prostoriju i okolinu, osmisliti program mjerenja konvergencije i deformacija stijene i elemenata podgrade, predvidjeti i riješiti moguće probleme prilikom iskopa tunela.</p>

Sadržaj predmeta	<p>PODRUČJE TUNELOGRADNJE</p> <p>Osnovni pojmovi u tunelogradnji. Klasične i suvremene metode iskopa. Specijalne metode iskopa (metode injektiranja, zamrzavanja i bušenje vodonosnih stijena). Strojni iskop tunela po sekcijama i u punom profilu. Iskop u čvrstim, mekim i vodonosnim stijenama. Principi rada strojeva za puni profil iskopa tunela. Iskustva s primjenom strojeva u Hrvatskoj i u svijetu. Metoda pojačavanja primarne podgrade. Metode mjerenja ponašanja primarne podgrade. Proračun primarne podgrade prema očekivanoj konvergenciji. Metoda ojačanja čela. Podgrađivanje i definitivno oblaganje profila. Elementi primarne podgrade: mlazni beton, čelična sidra, armaturne mreže, čelični lukovi i rešetkasti nosači. Gradiva podgradnih sustava: beton i čelik. Teorijsko i eksperimentalno određivanje nosivosti elemenata podgradnih sustava. Statički tretman i smjernice proračuna elemenata podgradnih sustava. Osnovna načela proračuna nosivosti metodom graničnog stanja. Reprezentativna, karakteristična i proračunska vrijednost utjecaja i nosivosti. Parcijalni faktori sigurnosti. Posebnost iskopa tunela u krškim karbonatnim stijenama. Teorija popustljive pograda i njezina primjena. Primjena računalnih programa u analizi naprezanja. Nova austrijska tunelska metoda i norveška tunelska metoda.</p>
Oblici nastave	<i>Nastava će se provoditi putem predavanja, auditornih vježbi i seminara. U okviru seminara studenti će samostalno rješavati zadatke na zadanu temu i riješiti projektni zadatak odnosno izraditi seminarski rad. U okviru predavanja studenti će dobiti nastavne materijale, hodogram aktivnosti te će se raspravljati o problematici vezanoj uz projektni zadatak.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni riješiti projektni zadatak odnosno izraditi seminarski rad iz područja izrade tunela te ga prezentirati pred kolegama i nastavnikom. Ispit se sastoji od usmenog dijela u sklopu kojega student treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva.</i>

20-R06-3 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Izrada podzemnih prostorija, tunela i odlagališta radioaktivnog otpada – ND3: Izgradnja dubokih geoloških odlagališta radioaktivnog otpada i istrošenog goriva (3 ECTS)</i> - nositelj: Veinović, Ž.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> – Definirati kriterije i metodologiju odabira lokacije odlagališta radioaktivnog otpada (RAO) i istrošenog nuklearnog goriva (ING) – Prikazati koncepte podzemnih odlagališta – Izložiti tehnologije izrade podzemnih odlagališta – Izložiti vrste i svojstva inženjerskih barijera i njihove promjene tijekom vremena – Demonstrirati načine transporta produkata razgradnje inženjerskih barijera i radionuklida kroz geološku sredinu (GS) – Prikazati načine izrade modela transporta radionuklida i modela termalno-hidromehaničkih promjena u GS-u – Procijeniti trajnost odlagališta i inženjerskih barijera tijekom vremena – Prezentirati ulogu prirodnih i antropogenih analoga – Prezentirati program uključivanja dionika.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> – Odabrati lokaciju za odlaganje RAO i ING, – Dizajnirati sustave zaštite i sigurnosti na odlagalištima, – Generirati numeričke modele s početnim i rubnim uvjetima za specifične slučajeve migracije radionuklida i termalno-hidro-mehaničkih promjena, – Predložiti analitičke ili numeričke metode rješavanja matematičkih modela, – Izraditi program komunikacije s dionicima.

Sadržaj predmeta	Svojstva i procesi promjena i djelovanja RAO i ING na materijale, okoliš i biotu. Odabir lokacije odlagališta. Dizajn i alternativni koncepti dubokih geoloških odlagališta. Koncept višestrukih inženjerskih barijera. Projektiranje i korištenje podzemnih istraživačkih laboratorija. Odabir odgovarajuće geološke sredine prema strukturnim karakteristikama. Tehnologija izrade podzemnih objekata kao dijelova odlagališta. Optimizacija tehnologije transporta radioaktivnog materijala u odlagalištu. Načini ugradnje spremnika u stijenu i tehnologija zapunjavanja otkopanih prostora. Odabir, optimizacija dizajna i modeliranje evolucije sastava materijala za zapunjavanje. Modeliranje promjena materijala inženjerskih barijera s vremenom i transporta radionuklida kroz inženjerske barijere i geološku sredinu. Provođenje termalno-hidromehaničke analize u geološkoj sredini metodom konačnih elemenata. Komunikacija s dionicima.
Oblici nastave	Nastava će se provoditi kroz predavanja, konzultacije, primjenu specijaliziranih softvera za analizu primjera iz prakse i studija slučaja iz znanstvenih publikacija.
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Student je dužan izraditi materijale/izvješće spremne za objavljivanje u znanstvenom časopisu.

20-R07-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Laboratorijske i terenske metode istraživanja u rudarstvu i geotehnici – ND1: Laboratorijske i terenske metode istraživanja u tlima (5 ECTS) - nositelj: Domitrović, D.
Ciljevi predmeta	povezati različite značajke tla i mineralnih sirovina s odgovarajućim laboratorijskim i terenskim ispitivanjima koja se provode u mehanici tla demonstrirati način planiranja i izvedbe istraživanja prezentirati interpretaciju, analizu i primjenu istraživanja prezentirati ulogu istraživanja tijekom različitih faza projektiranja i izvedbe rudarskih radova i gradnje objekata prezentirati značaj različitih faktora i procesa koji mogu utjecati na kvalitetu rezultata istraživanja

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	analizirati laboratorijske i terenske metode istraživanja čvrstih mineralnih sirovina sa stajališta mehanike tla kritički prosuđivati primjenjivost pojedinih laboratorijskih i terenskih metoda istraživanja u tlima kritički prosuđivati način planiranja i izvedbe istraživanja u tlima analizirati rezultate istraživanja u tlima kritički prosuđivati faktore i procese koji utječu na kvalitetu rezultata istraživanja u tlima prezentirati značaj istraživanja u tlima tijekom različitih faza gradnje geotehničkih i rudarskih objekata postaviti hipoteze prilikom planiranja istraživanja u tlima izraditi izvještaj istraživanja

Sadržaj predmeta	Laboratorijske i terenske metode istraživanja u geotehnici i rudarstvu - studij istraživanja geološkog materijala u geotehnici i rudarstvu <u>Istraživanja u tlima</u> : Reprezentativnost uzoraka tla (poremećenih i neporemećenih). Inženjerska svojstva tla (drenirani i nedrenirani parametri posmične čvrstoće tla; početni, tangentni, sekantni i edometarski modul, modul posmika tla; hidraulička i plinopropusnost tla; zbijenost tla). Laboratorijske metode istraživanja u uređaju za izravni posmik, edometaru i uređaju za troosni posmik. Uvjeti ispitivanja (saturirani i nesaturirani). Terenske metode istraživanja (CPT, SPT, FVT, DMT, PMT). Primjena rezultata terenskih istraživanja i korelacije. Opažanja pomaka/deformacija, naprezanja, pornog tlaka. Primijene istraživanja u geotehničkim i rudarskim radovima.
Oblici nastave	<ol style="list-style-type: none"> 1. Predavanja 2. Samostalni rad u laboratoriju i/ili na terenu 3. Izrada i prezentacija seminarskog rada
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<ol style="list-style-type: none"> 1. U okviru laboratorijskog odnosno terenskog rada studenti će samostalno provesti istraživanja odnosno projektni zadatak na zadanu temu, vrednovati rezultate te kao rezultat istraživanja dužni su izraditi seminarski rad te ga prezentirati pred nastavnikom i kolegama. 2. Usmeni ispit iz predmetnog gradiva

20-R07-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Laboratorijske i terenske metode istraživanja u rudarstvu i geotehnici – ND2: Laboratorijske i terenske metode istraživanja stijenskog materijala (5 ECTS) - nositelj: Briševac, Z.
Ciljevi predmeta	<p>povezati različite značajke čvrstih mineralnih sirovina s odgovarajućim laboratorijskim i terenskim ispitivanjima koja se provode u mehanici stijena i ostalim istraživanjima stijenskog materijala,</p> <p>demonstrirati način planiranja i izvedbe istraživanja</p> <p>prezentirati interpretaciju, analizu i primjenu istraživanja</p> <p>prezentirati ulogu istraživanja tijekom različitih faza projektiranja i izvedbe rudarskih radova</p> <p>prezentirati značaj različitih faktora i procesa koji mogu utjecati na kvalitetu rezultata istraživanja</p>

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<p>analizirati laboratorijske i terenske metode istraživanja čvrstih mineralnih sirovina sa stajališta mehanike stijena</p> <p>kritički prosuđivati primjenjivost pojedinih laboratorijskih i terenskih metoda istraživanja u čvrstim mineralnim sirovinama</p> <p>kritički prosuđivati faktore i procese koji utječu na kvalitetu rezultata istraživanja u stijenskom materijalu</p> <p>kritički prosuđivati načine interpretacije i primjene rezultata istraživanja</p> <p>prezentirati značaj istraživanja u čvrstim mineralnim sirovinama tijekom različitih faza projektiranja i izvedbe rudarskih radova te značaj istraživanja stijena pri geotehničkim radovima.</p> <p>analizirati metode i mogućnosti procjene značajnih fizičkih i mehaničkih svojstava stijenskog materijala</p> <p>kritički prosuđivati rezultate procjene fizičkih i mehaničkih svojstava stijenskog materijala</p>

Sadržaj predmeta	Laboratorijske i terenske metode istraživanja stijenskog materijala Fizička i mehanička svojstva stijenskog materijala. Metode procjene značajnijih fizičkih i mehaničkih značajki (jednostavne i složene). Laboratorijske metode određivanja čvrstoće i deformabilnosti, indeksnih značajki i dinamičkih svojstava stijenskog materijala. Terenske metode određivanja naprezanja i deformacija.
Oblici nastave	<p>4. <i>Predavanja / konzultacije</i></p> <p>5. <i>Samostalno proučavanje literature, rad u laboratoriju i/ili na terenu</i></p> <p>6. <i>Izrada i prezentacija seminarskog rada</i></p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<p>3. <i>U okviru laboratorijskog odnosno terenskog rada studenti će samostalno provesti istraživanja odnosno projektni zadatak na zadanu temu, vrednovati rezultate te kao rezultat istraživanja dužni su izraditi seminarski rad te ga prezentirati.</i></p> <p>4. <i>Usmeni ispit iz predmetnog gradiva</i></p>

20-R08-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Tehnika sigurnosti i protueksplozijska zaštita – ND1: Protueksplozijska zaštita (3 ECTS) - nositelj: Kuhinek, D.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prezentirati svojstva i klasifikacije zapaljivih medija, - obraditi primarnu i sekundarnu protueksplozijsku zaštitu, - demonstrirati klasifikaciju prostora ugroženih eksplozivnom atmosferom - obraditi označavanje različitih tipova uređaja u protueksplozijskoj zaštiti - prezentirati električne i neelektrične uzročnike paljenja - prezentirati razne izvedbe sekundarne protueksplozijske zaštite

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. osmisлити provedbu primarne protueksplozijske zaštite 2. povezati svojstva medija sa prikladnim uređajima koji se smiju koristiti u procesima gdje se javljaju eksplozivne atmosfere 3. izraditi klasifikaciju ugroženog prostora (određivanje zona i udaljenosti rasprostiranja) 4. izraditi procjenu rizika

Sadržaj predmeta	<p>Protueksplozijska zaštita</p> <p>Svojstva zapaljivih i eksplozivnih smjesa plinova, para, prašina, maglica i vlakana - gustoća, granice eksplozivnosti, energija i temperatura paljenja. Klasifikacija izvora ispuštanja. Uvjeti primarne protueksplozijske zaštite i zaštitnih sustava. Klasifikacija prostora i određivanje zona opasnosti. Električni i neelektrični uzročnici paljenja. Fizikalna svojstva – oslobođena toplina, temperatura, tlak, brizanca, probojno paljenje. Principi sekundarne protueksplozijske zaštite električnih i neelektričnih uređaja. Izvedbe protueksplozijske zaštite: G+D, d, t, p, pD, fr, i, b, m, q, o, e, c. Označavanje uređaja. Procjena rizika opreme i postrojenja, ATEX 95 i 137, certifikacija, ocjena osposobljenosti.</p>
Oblici nastave	<p>Predavanja</p> <p>Vježbe</p> <p>Seminarski rad (izrada studentskog projekta)</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<p><i>Studentski projekt: Izrada klasifikacije prostora ugroženih eksplozivnom atmosferom sa različitim rješenjima koji zadovoljavaju principe protueksplozijske zaštite.</i></p> <p><i>Usporedba tehničkih i ekonomskih pokazatelja različitih rješenja protueksplozijske zaštite.</i></p> <p><i>Usmeni ispit.</i></p>

20-R08-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Tehnika sigurnosti i protueksplozijska zaštita – ND2: Tehnika sigurnosti (6 ECTS) - nositelj: Klanfar, M.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati značajke radne sredine i okoliša u interakciji s potencijalnim opasnostima pri izvođenju rudarskih radova i boravku u rudničkom prostoru - definirati specifičnosti rudarskih radova i istaknuti iskustva u zaštiti radnika te smjerove poboljšanja zaštite - definirati profesionalna oboljenja i povrjede i metodologiju obrade podataka - obraditi dominantne štetnosti po zdravlje ljudi pri izvođenju rudarskih radova te istaknuti metode praćenja štetnih pojava i primjerene mjere zaštite - definirati način preventivnog djelovanja i postizanja određene kvalitete radne sredine - obraditi mikroklimatske faktore i definirati pristup pri postizanju optimalnih uvjeta za zdravlje ljudi u radnim sredinama.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ol style="list-style-type: none"> 5. opasnosti tijekom radova i boravka radnika u rudničkom prostoru 6. predložiti metodologiju praćenja stanja sigurnosti i zdravlja ljudi koji borave u radnom prostoru i okolišu 7. predložiti analitičke ili numeričke metode procjene potencijalnih opasnosti za zdravlje i živote ljudi u radnoj sredini 8. povezati metodološki iskustvene podatke o opasnostima koje su ugrozile zdravlje i živote ljudi u rudničkim prostorima i okolišu 9. generirati modele preventivnog djelovanja i postizanja optimalne kvalitete radne sredine po pitanju sigurnosti i zdravlja radnika

Sadržaj predmeta	<p>Tehnika sigurnosti</p> <p>Pravni okviri iz oblasti zaštite na radu. Interakcija mogućih opasnosti iz rudarskih radova i okoliša. Specifičnosti rudarskih radova, kritički osvrt na rudarsku praksu i smjerovi poboljšanja u zaštiti radnika. Ergonomsko-sigurnosni aspekti rudarske proizvodnje. Povrjede i profesionalna oboljenja. Odabrana poglavlja dominantnih štetnosti rudarskih radova (eksplozije, požari, plinovi, prašina, buka, vibracije i dr.) i primjerene mjere zaštite. Utjecaj rudarskih radova na sigurnost ljudi u i oko rudničkog prostora. Metode praćenja štetnih pojava u i oko rudnika po ljudsko zdravlje. Znanstveno stručne analize i procjene mogućih opasnosti na i oko rudničkog prostora. Modeliranje opasnih i incidentnih situacija u rudniku. Modeliranje katastrofalnih događaja u i oko rudnika. Preventivno djelovanje i praćenje stanja kvalitete radne i okolne sredine. Mikroklimatski faktori i stvaranje optimalnih uvjeta radne sredine rudarskog radnika. Modeliranje tehnika poboljšanja sigurnosno-zdravstvenih uvjeta u i oko rudnika. Humani i ekonomski aspekti zaštite na radu u rudarstvu.</p>
Oblici nastave	<p>Predavanja</p> <p>Vježbe</p> <p>Seminarski rad (izrada studentskog projekta)</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<p><i>Studentski projekt: Izrada konceptualnog i matematičkog modela opasnih pojava po živote i zdravlje ljudi u rudničkim prostorima te prikaz rješenja mjera zaštite.</i></p> <p><i>Vrednovanje izrade auditornih vježbi, izrade i prezentacije seminarskog rada te usmeni ispit.</i></p>

20-R09 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Modeliranje i simulacije u preradi primarnih i sekundarnih sirovina (8 ECTS) - nositelji: Bedeković, G.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati značajke zrnatog kolektiva i funkcije distribucije, - prikazati slučajeve raščina tj. oslobađanja minerala/materijala, - prikazati utjecaj fizičko-mehaničkih značajki, granulometrijskog sastava i sraslosti materijalnih komponenti na oplemenjivanje mineralnih sirovina i recikličnost, - prikazati tehnološke parametre učinkovitosti prerade primarnih i sekundarnih sirovina, - obraditi parametre i modele klasiranja u gravitacijskom i centrifugalnom polju sila, - obraditi koncentracijske metode (gravitacijska i magnetska koncentracija, flotacija) i separaciju čvrsto-tekuće, - obraditi simulacije jediničnih operacija prerade primarnih i sekundarnih sirovina, - prikazati karakteristične sheme recikliranja pojedinih vrsta otpadnih materijala, - prikazati ekonomske aspekte prerade sirovina.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - formulirati značajke zrnatog kolektiva i funkcije distribucije (1 ECTS), - razlikovati različite slučajeve oslobađanja sirovina te temeljem toga preporučiti odgovarajuću koncentracijsku metodu (1 ECTS), - dizajnirati različite varijante tehnoloških shema prerade primarnih i sekundarnih sirovina i na temelju njihovih simulacija preporučiti optimalnu (1 ECTS), - procijeniti učinkovitost prerade primarnih i sekundarnih sirovina (1 ECTS), - odabrati odgovarajuće separacijske metode za recikliranje, ovisno o značajkama otpada (1 ECTS), - osmisliti tehnološki proces prerade primarnih i sekundarnih sirovina (2 ECTS), - valorizirati ekonomske koristi prerade sirovina (1 ECTS).

Sadržaj predmeta	<p>Zrnati kolektiv i funkcije distribucije. Raščin i simulacija oslobađanja minerala/materijala. Utjecaj fizičko-mehaničkih značajki, granulometrijskog sastava i sraslosti materijalnih komponenti na preradu sirovina. Tehnološki pokazatelji učinkovitosti prerade sirovina.</p> <p>Klasiranje u gravitacijskom i centrifugalnom polju sila. Modeli sisanja. Zrna kritične veličine i vjerojatnost prolaza zrna. Teorija sitnjenja. Bondov radni indeks. Energetski aspekti sitnjenja i modeli sitnjenja. Optimiranje procesa drobljenja i mljevenja. Gravitacijska koncentracija. Određivanje separabilnosti sirovina gravitacijskom koncentracijom. Magnetska koncentracija. Ponašanje čestica u magnetskom polju. Magnetične značajke materijala. Teorija flotacije. Reakcijski mehanizmi na površini minerala. Mineralizacija zračnog mjehura. Kinetika flotacije. Separacija čvrsto-tekuće. Simulacija kontinuiranog rada zgušnjivača. Modeli brzine sedimentacije. Karakteristične tehnološke sheme oplemenjivačkih postrojenja. Simulacije oplemenjivačkih postrojenja.</p> <p>Principi postupaka koji se koriste u recikliranju krutog otpada: ručno probiranje, sisanje, klasiranje u fluidima, sitnjenje, optičko sortiranje, zračna separacija, gravitacijska separacija, magnetska separacija, flotacija, elektrostatička separacija, magnetska separacija s vrtložnim strujama. Recikliranje komunalnog otpada, polimernih materijala, metala, staklene ambalaže, elektroničkog otpada, građevinskog otpada i otpada iz rudarstva. Utjecaj konstrukcijskih značajki proizvoda na recikličnost. Oprema za recikliranje. Ekonomski aspekti recikliranja.</p>
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<p>Predavanja (1,5 ECTS), laboratorijske vježbe (2 ECTS), vježbe na računalu (2,5 ECTS) i izrada seminarškog rada (2 ECTS).</p>

Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<ol style="list-style-type: none">1. Studentski seminar.2. Usmeni ispit3. Studentski projekt: Izrada simulacije segregacijske sheme postrojenja za preradu sirovina.
---	--

20-R10-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Upravljanje okolišem – ND1: Geotehničko inženjerstvo okoliša (4 ECTS)</i> - nositelj: Kovačević Zelić, B.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati utjecaj geotehničkih objekata i antropogenih aktivnosti na okoliš, - prikazati utjecaj prirodnih hazarda na geotehničke objekte, - definirati program istraživanja za karakterizaciju problema, - definirati analitičke i numeričke metode za geotehničke proračune, - prikazati primjenu geotehničkih metoda i aktivnosti u cilju smanjenja negativnih utjecaja na objekte i okoliš

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - definirati prirodne pojave i antropogene aktivnosti koje mogu imati utjecaj na okoliš i geotehničke objekte - identificirati potencijalne rizike i odrediti njihov značaj - kombinirati različite istraživačke metode za karakterizaciju problema - primijeniti analitičke i numeričke metode za rješavanje geotehničkih problema u zaštiti okoliša - osmisliti geotehničke mjere zaštite i metode sanacije - planirati sustave naknadnog opažanja i kontrole uspješnosti geotehničkih zahvata
Sadržaj predmeta	<p>Geotehničko inženjerstvo okoliša:</p> <p>Prirodni i antropogeni hazardi i rizici. Inteligentna upotreba geotehničkog inženjerstva u svrhu prevencije nastanka ili smanjenja negativnih utjecaja uzrokovanih prirodnim hazardima. Determinacija mogućih negativnih utjecaja, kontrola posljedica i primjena zaštitnih mjera pri izgradnji geotehničkih objekata. Odlagališta komunalnog, opasnog i radioaktivnog otpada: laboratorijske i terenskih metoda za karakterizaciju problema, geotehničkih principi u analizi i projektiranju odlagališta, geotehnički kriteriji pri izboru lokacije odlagališta, zatvaranje i naknadna opažanja na odlagalištima, primjena tradicionalnih i inovativnih materijala. Kompatibilnost i trajnost mineralnih barijera. Mineralni i rudnički otpad. Primjena geotehničkih mjera na onečišćenim lokacijama i odlagalištima. Geotehničke mjere za poboljšanje svojstava tla i kontrolu kretanja zagađivača u okolišu.</p>
Oblici nastave	Nastava će se provoditi kroz uvodna predavanja/konzultacije, proučavanje primjera i studija slučajeva, te obradu seminarskih tema, koja će uključivati provođenje numeričkih simulacija u specijaliziranim računalnim programima ili laboratorijska istraživanja.
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Ocjenjivanje seminarskog rada. Usmeni ispit.

20-R10-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Upravljanje okolišem – ND2: Gospodarenje reziduima i nisko i srednje radioaktivnim otpadom (4 ECTS) - nositelj: Veinović, Ž.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> – Definirati metodologiju upravljanja reziduima, – Procijeniti utjecaj rezidua na biotu, – Primjena metoda sanacije odlagališta s reziduima ovisno o vrsti i količini materijala i geometriji odlagališta, – Definirati tehnologiju za karakterizaciju i skladištenje NSRAO, – Procijeniti različite vrste skladišnih objekata i spremnika, – Prezentirati metodologiju zbrinjavanja NSRAO i različiti koncepata odlagališta, – Analiza metoda za implementaciju sigurnosnih sustava za odlagališta NSRAO, – Definirati metode dugoročnog praćenja odlagališta.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> – dizajnirati sustave zaštite i sigurnosti na odlagalištima rezidua i NSRAO – dizajnirati numeričke modele s početnim i rubnim uvjetima za specifične slučajeve migracije radionuklida – predložiti analitičke ili numeričke metode rješavanja matematičkih modela – predložiti dizajn odlagališta s parametrima.
Sadržaj predmeta	Gospodarenje reziduima i nisko i srednje radioaktivnim otpadom: Svojstva i procesi nastanka, promjena i djelovanja rezidua i NSRAO na materijale, okoliš i ljude. Kondicioniranje i predobrada rezidua i NSRAO. Dizajn i karakteristike površinskih i pripovršinskih odlagališta rezidua i NSRAO. Odabir, optimizacija dizajna i modeliranje evolucije sastava materijala za izradu inženjerskih barijera odlagališta. Modeliranje promjena materijala inženjerskih barijera s vremenom i transporta radionuklida kroz inženjerske barijere i geološku sredinu.
Oblici nastave	Nastava će se provoditi kroz predavanja, konzultacije, primjenu specijaliziranih softvera za analizu primjera iz prakse i studija slučaja iz znanstvenih publikacija.
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Ocjenjivanje seminarskog rada. Usmeni ispit.

20-R10-3 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Upravljanje okolišem – ND3: Upravljanje kvalitetom zraka (4 ECTS) - nositelj: Sobota, I.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> – definirati problematiku onečišćenja i zaštite zraka – prikazati zakonsku regulativu iz područja zaštite zraka – prikazati načine praćenja kvalitete zraka i emisija onečišćujućih tvari u zrak – prikazati tehnologije i uređaje za pročišćavanje zraka i otpadnih plinova u rudarstvu, industriji, energetici i gospodarenju otpadom

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> – objasniti osnovne pojmove i principe vezane za onečišćenje i zaštitu zraka, te utvrditi relevantnu zakonsku regulativu RH i EU iz područja zaštite zraka – klasificirati izvore onečišćenja zraka i objasniti značajke pojedinih onečišćujućih tvari – analizirati (procjeniti) glavne utjecaje štetnih emisija na atmosferski zrak i predložiti osnovne mjere zaštite od pojedinih utjecaja – planirati praćenje kvalitete zraka i emisija onečišćujućih tvari u zrak – analizirati mogućnost primjene pojedinih postupaka i uređaja koji se u rudarstvu, industriji i energetici koriste za pročišćavanje zraka i otpadnih plinova, s obzirom na značajke pročišćavanog fluida i samog postupka – predložiti odgovarajući postupak (uređaje) za pročišćavanje zraka i otpadnih plinova
Sadržaj predmeta	<p>Upravljanje kvalitetom zraka:</p> <p>Struktura atmosfere i značajke atmosferskog zraka. Emisija i imisija (definicije i izražavanje). Izvori onečišćenja zraka i onečišćujuće tvari u zraku. Utjecaj onečišćenja zraka na čovjeka i okoliš. Prikaz mjera za smanjenje štetnih emisija u atmosferu i strategija unapređenja kvalitete zraka. Postupci praćenja kvalitete zraka i emisija onečišćujućih tvari: metode uzorkovanja, mjerenja i modeliranja, obrada i interpretacija podataka u odnosu na granične vrijednosti emisija i imisija. Meteorološki parametri prijenosa onečišćenja zrakom. Modeli disperzije onečišćujućih tvari. Određivanje koncentracije udisajne i respirabilne prašine u radnoj atmosferi. Mjerenje emisijskih koncentracija plinova (plinski analizatori). Dinamika čestica. Klasifikacija uređaja za pročišćavanje zraka i otpadnih plinova. Primjena, značajke, princip rada, dimenzioniranje i određivanje učinkovitosti pojedinih uređaja: gravitacijski, inercijski, centrifugalni i elektrostatički taložnici, tkaninski filtri, mokri i suhi kolektori. Registar onečišćavanja okoliša. Norme i zakonski propisi u području zaštite zraka.</p>
Oblici nastave	Nastava će se provoditi kroz uvodna predavanja i konzultacije, obradu seminarskih tema, te pokazne vježbe vezane za praćenje kvalitete zraka i emisija onečišćujućih tvari u zrak.
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Ocjenjivanje seminarskog rada. Usmeni ispit.

20-R11-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Modeliranje ponašanja geoloških materijala – ND1: Mehanika kontinuuma (3 ECTS) – nositelj: Jaguljnjak Lazarević, A.
Ciljevi predmeta:	<ul style="list-style-type: none"> - formulirati matematički model za rješavanje tehničkih problema, - analizirati uvedene aproksimacije proračunskog modela, - primjena matematičke fizike u rješavanju rubnih zadataka u mehanici kontinuuma.
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - primijeniti tenzorsku algebru i analizu na primjerima tehničke mehanike, - formulirati opće zakone mehanike kontinuuma čvrstog deformabilnog tijela: geometrija gibanja, jednačbe ravnoteže, zakoni ponašanja i rubni uvjeti, - definirati utjecaj diskontinuiteta u mehanici krutih tijela, - analizirati postupke proračuna.
Sadržaj predmeta	Mehanika kontinuuma: Zakoni i pojmovi mehanike kontinuuma čvrstih tijela i mogućnosti njene primjene za rješavanje inženjerskih problema u mehanici tla i stijena.
Oblici nastave	Predavanja/konzultacije i pokazne vježbe na računalu, izrada seminarskog rada. Nastavni materijal obuhvaća udžbenike domaćih i stranih sveučilišta te računalni program Wolfram Mathematica
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Ocjena izrade i obrane seminarskog rada teorijskih postavki mehanike kontinuuma.

20-R11-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Modeliranje ponašanja geoloških materijala – ND2: Modeliranje ponašanja tla (4 ECTS) – nositelj: Kovačević Zelić, B.
Ciljevi predmeta:	<ul style="list-style-type: none"> - definirati modele i postupke modeliranja u mehanici tla, - prikazati konstitucijske jednadžbe za ponašanja tla, - prikazati koncept teorije kritičnih stanja tla, - definirati prednosti i ograničenja numeričkog modeliranja, - prikazati vrednovanje dobivenih rezultata numeričkog modeliranja.
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - predložiti odgovarajuću konstitucijsku jednadžbu za rješavanje konkretnog primjera ponašanja tla - postaviti hipotezu o mogućnosti pojave kritičnog stanja - generirati numeričke modele s početnim i rubnim uvjetima za specifične geotehničke objekte, - optimizirati numerički model i valorizirati rezultate proračuna prema realnim uvjetima.
Sadržaj predmeta	<p>Konstitucijske jednadžbe za pojedine modele ponašanja tla. Elastično i elastoplastično ponašanje materijala. Mehaničko ponašanje realnih tala. Koncept teorije kritičnih stanja. Često korišteni modeli pri analizi složenog ponašanja materijala tla: modeli Duncan-Chang i Cam-clay.</p> <p>Prikaz različitih numeričkih programa za modeliranje ponašanja tla. Prednosti i ograničenja numeričkog modeliranja. Vrste i načini odabira ulaznih podataka te ocjena prihvatljivosti rezultata proračuna. Primjena numeričkih proračuna pri rješavanju inženjerskih problema (stabilnost kosina, građevne jame, površinski kopovi, podzemni rudnici, sidrene konstrukcije i sl.). Evaluacija rezultata numeričkih proračuna.</p>
Oblici nastave	Predavanja/konzultacije za pripremu preglednog rada iz teme projektnog zadatka, izrada numeričkog modela, provedba i analiza numeričkih simulacija.
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Ocjena studentskog projektnog zadatka, usmeni ispit.

20-R11-3 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Modeliranje ponašanja geoloških materijala – ND3: Modeliranje ponašanja stijena (3 ECTS) – nositelj: Hrženjak, P.
Ciljevi predmeta:	<ul style="list-style-type: none"> - definirati modele i postupke modeliranja u mehanici stijena, - prikazati konstitucijske jednadžbe za modele ponašanja stijena, - prikazati koncepte kontinuirane, diskontinuirane i kvazikontinuirane geotehničke sredine prilikom modeliranja ponašanja stijena i stijenskih masa - definirati prednosti i ograničenja numeričkog modeliranja, - prikazati vrednovanje dobivenih rezultata numeričkog modeliranja.
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - formulirati problem zadatka modeliranja u mehanici stijena, - predložiti odgovarajuće konceptualne modele i metode proračuna, - postaviti i provesti proračune numeričkih modela, - vrednovati i prezentirati rezultate numeričkih modela, - sintetizirati rezultate različitih modela i metoda proračuna s ciljem nalaženja optimalnih rješenja.
Sadržaj predmeta	<p>Konceptualni, matematički, numerički i stohastički modeli te postupci modeliranja u mehanici stijena. Primjena analitičkih, numeričkih i statističkih metoda proračuna u postupcima modeliranja. Intaktni stijenski materijal, diskontinuiteti osnovnog strukturnog sklopa, glavne strukture i geometrija modela kao glavni elementi modela stijenske mase. Modeliranje stanja i ponašanja stijena i stijenskih masa prema koncepciji kontinuirane, diskontinuirane i kvazikontinuirane geotehničke sredine prilikom različitih inženjerskih zahvata u njima. Formuliranje problema zadataka prilikom modeliranja u mehanici stijena te odabir odgovarajućih modela i metoda proračuna.</p> <p>Primjena različitih računalnih programa pri modeliranju stanja i ponašanja stijena u različitim uvjetima rudarskih i geotehničkih objekata u stijenama. Priprema, obrada i odabir ulaznih podataka potrebnih za numeričko modeliranje. Metode validacije modela i vrednovanja dobivenih rezultata modeliranja. Sinteza rezultata različitih modela i metoda proračuna u nalaženju optimalnih rješenja za postavljene zadatke.</p>
Oblici nastave	Predavanja / konzultacije / demonstracije. Priprema projektnog zadatka.
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Ocjena studentskog projektnog zadatka kroz ocjenu postavljanja modela, odabira ulaznih podataka, provedbu numeričkog modeliranja te ocjenu prikaza i vrednovanja rezultata modeliranja, usmeni ispit.

20-G01-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Analiza bazena – ND1: Geokemijska istraživanja matičnih stijena i ležišnih fluida (5 ECTS) - nositelji: Velić, J.; Saftić, B.
Ciljevi predmeta	<p>Velić, J., prof. emerita:</p> <ul style="list-style-type: none"> - definirati načine procjene naftnomatičnih stijena prema geokemijskim istraživanjima i kako se rezultati mogu uklopiti u rekonstrukciju naftnogeoloških sustava, - prikazati i objasniti modele stvaranja nafte u hrvatskom dijelu Panonskoga bazena te u platformnim i post-platformnim sedimentima na području Dinarida i Jadranskog podmorja <p>Saftić, B., izv.prof.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - prikazati kako timski rad raznih specijalista (geolozi, geokemičari, geofizičari) vodi do pronalaženja novih ležišta ugljikovodika, - objasniti utjecaj sekvencijske stratigrafske analize na mogućnosti istraživanja građe i sastava stijena unutar bazena; - pokazati kako se mogu odrediti granice naftnogeoloških sustava i kako ih se genetski klasificira

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. opisati građu raznih tipova taložnih bazena i objasniti uvjete i mehanizme akumulacije organske tvari 2. planirati i provoditi istraživanja naftnomatičnih stijena i ležišnih fluida 3. interpretirati rezultate geokemijskih analiza matičnih stijena radi procjene generativnog potencijala i zrelosti 4. interpretirati rezultate geokemijskih analiza ležišnih fluida s ciljem odredbe njihovih odnosa i povezanosti s matičnim stijenama 5. sintetizirati rezultate geokemijskih istraživanja u svrhu interpretacije regionalnih naftnogeoloških odnosa.

Sadržaj predmeta	Geokemijska istraživanja matičnih stijena i ležišnih fluida Taložni bazeni i globalna tektonika. Vrste bazena – ekstenzijski, fleksurni, strike-slip, foreland, fore-arc i back-arc bazeni. Ispuna bazena – izvor materijala i uvjeti taloženja. Sekvencijska stratigrafija i stratigrafska korelacija. Sinteza rezultata geoloških, geofizičkih i geokemijskih istraživanja. Geokemijska prospekcija i različite analize stijena i fluida te uloga rezultata u naftnogeološkim istraživanjima. Metode i načini uzorkovanja stijena, nafte, plinova i kondenzata na terenu na izdancima i iz bušotina. Metode odredbi značajki naftnomatičnih stijena. Korelacija matičnih stijena i usporedba s geološkim i geofizičkim (karotažnim) podacima. Rekonstrukcija geneze matičnih stijena. Usporedba s geološkom povijesti terena. Određivanje izglednosti područja. Geokemijske okolnosti očuvanja i degradacije ležišta. Procjena sedimentnog bazena na osnovi geokemijskih istraživanja. Primjeri iz Hrvatske. Vježbe: terenski i laboratorijski rad
Oblici nastave	<i>Predavanja, samostalni rad na terenu – prospekcija i uzorkovanje matičnih stijena, vježbe u laboratorijima, samostalni rad na seminarima.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Preduvjet je aktivno sudjelovanje nastavi što uključuje predavanja i konzultacije te pisanje seminarskih radova i prezentacije. Prvo se ocjenjuje se kvaliteta izrade seminara odnosno mogućnosti samostalnog rada. Sam ispit je u pisanom i usmenom obliku s pažnjom na pisano i usmeno izražavanje.</i>

20-G01-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Analiza bazena – ND2: Bazensko modeliranje i procjena regionalnog naftnogeološkog potencijala (5 ECTS) - nositelji: Kolenković Močilac, I.; Cvetković, M.
Ciljevi predmeta	<p>Cvetković, M.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objasniti povezanost razvoja taložnih bazena s globalnom tektonikom, te koji se sve tipovi bazena mogu razviti u određenom geotektonskom položaju, - Analizirati strukturne, sedimentološke i geokemijske elemente naftnogeoloških sustava u cilju interpretacije i razumijevanja njihovih karakteristika. - Analizirati rezultate istraživanja kako bi se ocijenila ekonomska isplativost potencijalnih ležišta ugljikovodika. <p>Kolenković Močilac, I.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificirati ključne parametre i pokazatelje koji omogućuju identifikaciju naftnogeoloških sustava unutar geoloških bazena. - Identificirati i procijeniti rizike i izazove povezane s istraživanjem i eksploatacijom određenih ležišta. - Komunicirati rezultate istraživanja putem jasnih, strukturiranih i detaljnih izvještaja

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. opisati regionalne geološke odnose s obzirom na mogućnost generiranja i nakupljanja ugljikovodika 2. interpretirati naftnogeološke sustave unutar bazena putem odredbe njihovih elemenata 3. zaključivati o mogućnostima pronalaska akumulacija ugljikovodika na regionalnom području istraživanja 4. procijeniti rezultate i ekonomičnost provedenih istraživanja, te predvidjeti rizik ako se istraživanja usmjere na određene objekte 5. upravljati naftnogeološkim istraživanjem koristeći interdisciplinarni pristup u rješavanju problema 6. pripremiti izvještaj o rezultatima regionalnih naftnogeoloških istraživanja.

Sadržaj predmeta	<p>Bazensko modeliranje i procjena regionalnog naftnogeološkog potencijala</p> <p>Primjena analize bazena na naftnogeološka istraživanja –identifikacija naftnogeoloških sustava i njihova genetska klasifikacija. Elementi naftnogeoloških sustava – zrele matične stijene, putevi migracije, kolektorske stijene, izolatorske stijene i zamke. Granice naftnogeoloških sustava – stratigrafski raspon, geografsko područje, vrijeme trajanja. Genetska klasifikacija sustava – vrijednost i volumen matičnih stijena, tip migracije, efikasnost uzamčivanja. Ekonomski faktori usmjeravanju istraživanja u bazenima različitog stupnja istraženosti. Rizik za usmjeravanje regionalnih i lokalnih istraživanja s obzirom na elemente naftnogeološkog sustava.</p> <p>Vježbe: Samostalni rad –2D i 3D bazensko modeliranje, analiza dvaju primjera naftnih bazena iz literature i pisanje izvještaja,.</p>
Oblici nastave	<i>Predavanja, vježbe iz modeliranja na računalima, samostalni rad na seminarima.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Preduvjet je aktivno sudjelovanje nastavi što uključuje predavanja i konzultacije te pisanje seminarskih radova i prezentacije. Prvo se ocjenjuje se kvaliteta izrade seminara odnosno mogućnosti samostalnog rada. Sam ispit je u pisanom i usmenom obliku s pažnjom na pisano i usmeno izražavanje te vještine u primjeni informacijske tehnologije/raznih računalnih programa nastalih za potrebe u geokemiji te geologiji nafte.</i>

20-G02-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Geološko modeliranje ležišta nafte i plina – ND1: Metode istraživanja građe i svojstava ležišnih i izolatorskih stijena (5 ECTS) - nositelji: Velić, J.; Kolenković Močilac, I.
Ciljevi predmeta	<p>Velić, J., prof. emerita:</p> <ul style="list-style-type: none"> - objasniti načine formiranja zamki strukturnog i stratigrafskog tipa u odnosu na značajke regionalne i lokalne geološke građe - objasniti načine interpretacije rezultata geofizičkih istraživanja za određivanje granica ležišta u dubini - prikazati načine prikupljanja informacija za karakterizaciju ležišnih i izolatorskih stijena (izravne i posredne metode) - klasificirati ležišta s obzirom na ležišni fluid <p>Kolenković Močilac, I., docent:</p> <ul style="list-style-type: none"> - provesti analizu volumena gline temeljem elektrokarotaže - provesti jednostavnu procjenu poroznosti korištenjem jedne ili dviju krivulja „karotaža poroznosti“ (zvučne karotaže, neutronske karotaže i/ili karotaže gustoće) - navesti i objasniti laboratorijska mjerenja temeljem kojih se procjenjuju izolatorska svojstva stijena

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. opisati građu raznih tipova zamki i objasniti mehanizme njihova formiranja 2. analizirati sastav i strukturu ležišnih i izolatorskih stijena te utvrditi njihove odnose u prostoru 3. karakterizirati ležište na temelju analiza jezgara i ležišnih fluida, te interpretacije geofizičkih mjerenja u bušotinama 4. sintetizirati rezultate geoloških, geofizičkih i geokemijskih istraživanja ležišta u svrhu konstrukcije njegova geološkog modela

Sadržaj predmeta	<p>Metode istraživanja građe i svojstava ležišnih i izolatorskih stijena</p> <p>Strukturne zamke i mehanizmi njihovog nastanka. Podjela stratigrafskih zamki prema nastanku (primarne i sekundarne) i vrsti ležišnih stijena (klastične, karbonatne i magmatske). Korelacija bušotinskih podataka. Metode odredbe petrofizikalnih karakteristika ležišnih i izolatorskih stijena (izravne i posredne). Metode odredbe zasićenja i sastava ležišnih fluida pomoću laboratorijskih ispitivanja i interpretacije geofizičkih mjerenja u bušotinama. Mogućnosti interpretacije rezultata petrofizikalnih istraživanja i analiza ležišnih fluida</p> <p>Vježbe: priprema podataka za geološko modeliranje ležišta (interpretacije karotažnih mjerenja korištenjem računalnih programa)</p>
Oblici nastave	<i>Predavanja, vježbe iz pripreme podataka za konstrukciju modela na računalima, samostalni rad na seminarima</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Preduvjet je aktivno sudjelovanje nastavi što uključuje predavanja i konzultacije, rad na računalu te pisanje seminarskih radova i prezentacije. Prvo se ocjenjuje kvaliteta izrade seminara, odnosno mogućnosti samostalnog rada te samostalna priprema interpretacija koji su ulazni podatak za modeliranje.</i>

20-G02-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Geološko modeliranje ležišta nafte i plina – ND2: Konstrukcija geološkog modela i nastavak istraživanja u fazi razrade ležišta (5 ECTS) - nositelji: Saftić, B.; Cvetković, M.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - Saftić, B. - prikazati načine interpretacije rezultata geofizičkih istraživanja za određivanje granica ležišta u dubini - definirati način povezivanja rezultata geofizičkih mjerenja i bušotinskih podataka – odnos dubinskog i vremenskog mjerila - objasniti način pripreme izvještaja o rezultatima istraživanja za jedno polje - Cvetković, M- - prikazati osnove modeliranja ležišta (jednostavni modeli i modeli s više hidrodinamskih jedinica) - prikazati osnove litofacijsnog i petrofizikalnog modeliranja ležišta - prikazati mogućnosti korištenja detaljnijih modela dubinske geološke građe za usmjeravanje istraživanja na dodatna ležišta unutar polja ili u bliskom području (satelitska ležišta) -

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. konstruirati geološki model ležišta i procijeniti geološke rezerve nafte i prirodnoga plina 2. prilagoditi geološki model za dinamičko modeliranje 3. usmjeravati geološka istraživanja u fazi razrade ležišta u svrhu povećanja iscrpka 4. planirati i provoditi istraživanja radi otkrivanja dodatnih rezervi u satelitskim ležištima unutar eksploatacijskog polja 5. pripremiti izvještaj o rezultatima naftnogeoloških istraživanja jednog polja

Sadržaj predmeta	<p>Konstrukcija geološkog modela i nastavak istraživanja u fazi razrade ležišta</p> <p>Postupci izradbe modela ležišta – jednostavni modeli i složeni modeli (više hidrodinamskih jedinica). Utjecaj rasjeda na prostorni raspored fluida. Povezanost litofacijsnog kartiranja i modeliranja. Utjecaj rasjeda na prostorni raspored fluida. Povezanost litofacijsnog kartiranja i modeliranja. Postupci definiranja prostornog odnosa litofacijsa ležišta. Osnove petrofizikalnog kartiranja i modeliranja (priprema podataka, algoritmi). Metode proračuna geoloških rezervi ugljikovodika. Postupci pojednostavljivanja modela kao prilagodba za dinamičko modeliranje. Primjena rezultata modeliranja za usmjeravanje istraživanja u svrhu otkrića dodatnih rezervi ili ležišta unutar polja. Prikaz načina pripreme izvještaja o geološkim istraživanjima jednog polja. Vježbe: samostalna izradba geološkoga modela ležišta i pisanje izvještaja o rezultatima naftnogeoloških istraživanja.</p>
Oblici nastave	<i>Predavanja, vježbe iz modeliranja na računalima, samostalni rad na seminarima.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Preduvjet je aktivno sudjelovanje nastavi što uključuje predavanja i konzultacije, rad na računalu te pisanje seminarskih radova i prezentacije. Prvo se ocjenjuje se kvaliteta izrade seminara odnosno mogućnosti samostalnog rada te samostalna izradba modela. Sam ispit je u pisanom i usmenom obliku s pažnjom na pisano i usmeno izražavanje te vještine u primjeni informacijske tehnologije/raznih računalnih programa nastalih za potrebe definiranja i modeliranja dubinskih geoloških odnosa u domeni geologije nafte.</i>

20-G03-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Regionalna geologija i tektonika – ND1: Stratigrafija neogenskih bazena Hrvatske (5 ECTS) – nositelj: Pavelić, D.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati stratigrafske jedinice i postojeće taložne modele razvoja neogenskih bazena Hrvatske, - prikazati i definirati načine uporabe metoda i analitičkih postupaka u stratigrafskim istraživanjima neogenskih bazena Hrvatske, - prikazati neriješene odredbe starosti neogenskih naslaga i događaja

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ol style="list-style-type: none"> 6. opisati stratigrafske jedinice neogenskih bazena Hrvatske 7. klasificirati sustave stratigrafskih odredbi 8. planirati metode i analitičke postupke u stratigrafskim istraživanjima neogenskih bazena Hrvatske s obzirom na postojeću razinu istraženosti 9. konstruirati taložne modele za odabrane dijelove neogenskih bazena Hrvatske 10. sintetizirati postojeće i integrirati vlastite rezultate stratigrafskih i sedimentoloških istraživanja u svrhu interpretacije taložnog razvoja neogenskih bazena Hrvatske

Sadržaj predmeta	Stratigrafija neogenskih bazena Hrvatske Stratigrafske metode. Središnji Paratethys. Neogenska geološka vremenska ljestvica. Bazen Hrvatskog zagorja. Sjevernohrvatski bazen. Problem kronostratigrafskog datiranja. Otvaranje taložnog bazena. Litološki varijeteti. Taložni okoliši. Taložni slijed. Utjecaj sinsedimentacijske tektonike. Razlozi uspostave i prekida veze s morem. Sinrift/posrift granica. Uzroci cikličnosti. Endemizam faune. Značaj vulkanizma. Uzroci erozije. Regionalne i lokalne diskordancije. Zatvaranje taložnog bazena. Slatkovodni bazeni u Dinaridima. Litološki varijeteti. Taložni okoliši. Kritični stratigrafski problemi. Radiometrijsko datiranje. Magnetostratigrafsko datiranje. Jadranski bazen. Marinska i kopnena sedimentacija. Mesinska kriza saliniteta. Pliocenska transgresija. Pleistocenska oledba i glacioeustazija.
Oblici nastave	<i>Predavanja, auditorne vježbe i izrada i prezentaciju seminarskog rada.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Vrednovanje izrade zadataka auditornih vježbi, izrade i prezentacije seminarskog rada te usmeni ispit.</i>

20-G03-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Regionalna geologija i tektonika – ND2: Evolucija Jadranske karbonatne platforme (5 ECTS) – nositelj: Vlahović, I.
Ciljevi predmeta	– prikazati stratigrafske jedinice Jadranske karbonatne platforme i kritički evaluirati koncepcije o njejoj građi i evoluciji, – definirati elemente neophodne za podjelu stratigrafskoga slijeda Vanjskih Dinarida i Istre u odgovarajuće taložne jedinice višega reda, – prikazati paleogeografske, taložne i tektonske čimbenike koji su svojom interakcijom uvjetovali današnju arhitekturu područja Vanjskih Dinarida i Istre.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. opisati i kritički evaluirati koncepcije o građi i evoluciji Jadranske karbonatne platforme, njezine podloge i krovine 2. opisati stratigrafske jedinice Jadranske karbonatne platforme 3. opisati razliku između karbonatne platforme kao sedimentološki definiranog taložnog tijela, zasebnog paleogeografskog entiteta i strukturno-tektonskog elementa 4. osmisliti i razraditi osnovne elemente procedure istraživanja karbonatnih taložnih sustava Jadranske karbonatne platforme, njezine podloge i krovine u skladu s definiranim elementima 5. sintetizirati postojeće i integrirati vlastite rezultate istraživanja u postojeći ili novi model taložnog ravoja Jadranske karbonatne platforme

Sadržaj predmeta	Pregled dosadašnjih geotektonskih i paleogeografskih koncepcija područja Vanjskih (Krških) Dinarida i Istre – razlike i sličnosti. Građa Vanjskih (Krških) Dinarida i Istre – odnos paleogeografskih, strukturno-tektonskih i geomorfoloških elemenata. Paleogeografski odnosi u Perimediteranskom području tijekom mlađega paleozoika, mezozoika i kenozoika. Koncepcije o postojanju jedne ili dvije karbonatne platforme tijekom mezozoika. Terminološke razlike u nazivima karbonatne platforme, različita mišljenja o vremenskom rasponu njihovog trajanja. Podloga Jadranske karbonatne platforme: (1) epirička karbonatna platforma uz rub Gondwane (do srednjega trijasa) i (2) više ili manje izolirana velika platforma (od mlađega trijasa do starije jure) – paleogeografija, arhitektura, glavni događaji. Jadranska karbonatna platforma od kraja starije jure do kraja krede – paleogeografski odnosi, opća arhitektura i slijed naslaga platforme, glavni eustatski i sinsedimentacijski tektonski događaji i njihove posljedice na evoluciju platforme (emerzije, preplavlivanja, oceanski anoksični događaji), važnost fosilnih organizama za paleobiogeografska razmatranja, produkciju plitkomorskih karbonata i korelaciju sa susjednim područjima, dezintegracija platforme u mlađoj kredi. Problem vremenske definicije trajanja platforme, tj. mogućnosti definicije početka i trajanja JKP kao zasebnog paleogeografskog entiteta. Krovina Jadranske karbonatne platforme – slijed paleogenskih naslaga i mlađi geološki događaji. Primjena suvremenih metoda u istraživanju Vanjskih Dinarida: paleomagnetizam, stabilni izotopi, geokemijske analize, geotermokronološke metode i dr
Oblici nastave	<i>Predavanja, izrada i prezentaciju seminarskog rada.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Vrednovanje izrade i prezentacije seminarskog rada te usmeni ispit.</i>

20-G03-3 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Regionalna geologija i tektonika – ND3: Tektonika (5 ECTS) – nositelj: Tomljenović, B.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati povijesni razvoj teorije o tektonici ploča i strukturno-geološke značajke na divergentnim, transformnim i konvergentnim granicama tektonskih ploča (ekstenzijska, <i>strike-slip</i> i kompresijska tektonika), - prikazati strukturno-geološke i tektonske značajke u terenima sa solnom tektonikom, - prikazati strukturno-geološke značajke i postojeće klasifikacije glavnih tektonskih jedinica u Alpsko-Dinaridsko-Karpatском orogenskom sustavu

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. opisati povijesni razvoj teorije o tektonici ploča 2. opisati strukturno-geološke značajke i očekivani tektonski razvoj na divergentnim, transformnim i konvergentnim granicama tektonskih ploča, na pasivnim kontinentalnim rubovima, u području intra-kontinentalnih riftova, u zalučnim (back-arc) bazenima i u predgorskim (foreland) bazenima 3. opisati strukturno-geološke značajke u terenima sa solnom tektonikom 4. opisati strukturno-geološke značajke tektonskih i tektono-stratigrafskih jedinica u Dinaridima, u Jadranskom i Panonskom bazenu u Hrvatskoj i interpretirati tektonski razvoj Alpsko-Dinaridsko-Karpatского orogenskog sustava 5. sintetizirati postojeće i integrirati vlastite rezultate strukturno-geoloških istraživanja za dopunu postojećih i izradu novih modela tektonskog razvoja Dinarida, Jadranskog i Panonskog bazena u Hrvatskoj

Sadržaj predmeta	<p>Tektonika</p> <p>Tektonika ploča: povijesni razvoj od ideje do teorije. Divergentne granice i ekstenzijska tektonika: strukturno-geološke i tektonske značajke na aktivnim srednjo-oceanskim grebenima, u kontinentalnim riftovima i u ekstenzijskim bazenima. Tektonski modeli razvoja ekstenzijskih rasjednih sustava od riftnog stadija do stadija otvaranja oceana i formiranja pasivnog kontinentalnog ruba. Transformne granice i <i>strike-slip</i> tektonika: porijeklo i tipovi transformnih rasjeda, kinematske značajke regionalno značajnih transkurentnih rasjeda (San Andreas rasjed, rasjed Mrtvog mora i Periadrijatski rasjed). Tektonski modeli razvoja "pull-apart" bazena. Konvergentne granice i kompresijska tektonika: strukturno-geološke i tektonske značajke u zonama aktivne subdukcije, kolizije i u orogenskim pojasevima. Tektonski modeli razvoja kompresijskih rasjednih sustava u borano-navlačnim pojasevima i u terenima s obilježjem "escape" tektonike. Solna tektonika: fizička svojstva soli, osnovni oblici solnih tijela, odraz solnih tijela na refleksijskim seizmičkim profilima, ekstenzijska i kompresijska solna tektonika. Tektonske jedinice u Alpsko-Dinaridsko-Karpatском orogenskom sustavu: klasifikacija, strukturno-geološke značajke i tektonski razvoj.</p> <p>Vježbe: Strukturna interpretacija refleksijskih seizmičkih profila, konstrukcija profila na temelju podataka s površine i iz bušotina za tipske primjere u terenima obilježenim ekstenzijskom, kompresijskom i "strike-slip" tektonikom.</p> <p>Prezentacija seminarara: 20 min. studentske prezentacije na izabranu temu u domeni tektonike.</p>
Oblici nastave	<i>Predavanja, auditorne vježbe, izrada i prezentacija seminarskog rada.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Vrednovanje izrade zadataka auditornih vježbi, izrade i prezentacije seminarskog rada te usmeni ispit.</i>

20-G04 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Geologija kvartara (5 ECTS) - nositelji: Velić, J.; Cvetković, M.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati povijest stratigrafskih odredbi kvartara u geokronološkom i kronostratigrafskom međunarodnom sustavu jedinica te važeća podjele kvartarnih stijena u Svijetu, - objasniti metode istraživanja kvartarnih stijena i pojava na površini i ispod površine (dubinskogeološke metode istraživanja), - definirati kriterije interpretacije svekolikih geoloških podataka iz vremena kvartara uključujući i statističku/geostatističku/geomatematičku obradbu, - prikazati važnost kvartarnih naslaga u gospodarskom smislu općenito i poglavito za Hrvatsku te definirati metode njihova vrjednovanje, - prikazati važnost kvartarnih stijena kao značajnih vodonosnika te u inženjerskogeološkim karakterizacijama terena, - prikazati rezultate istraživanja kvartarnih stijena na području Republike Hrvatske

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<p>Geologija kvartara (5 ECTS) – nositelji J. Velić i M. Cvetković</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. povezati različite sustave stratigrafskih jedinica kvartara, osobito kronostratigrafske, litostratigrafske, magnetostratigrafske i biostratigrafske i razlučiti stijene kvartarne starosti (0,5 ECTS), 2. zaključivati o mogućnostima primjene različitih istraživačkih postupaka u odnosu na specifičnosti kvartarnih stijena određenoga područja (0,5 ECTS), 3. klasificirati mineralne sirovine kvartarne starosti u Hrvatskoj te naučiti kako ih vrjednovati u odnosu na recentnu gospodarsku situaciju u Hrvatskoj (2 ECTS), 4. povezati utjecaje izmjena klimatskih okolnosti na topografske značajke (0,5 ECTS), 5. osmisliti vlastita istraživanja kvartarnih naslaga (1,5 ECTS).

Sadržaj predmeta	<p>Predavanja: Stratigrafija kvartara i različiti sustavi stratigrafskih jedinica. Vrednovanje i kritički osvrt na dosadašnje sustave stratigrafskih jedinica za period (geokronološki sustav), odnosno sustav (kronostratigrafski sustav) kvartar. Milankovićeve ciklusi. Metode istraživanja kvartarnih naslaga, odvojeno za stijene na površini i za stijene u dubini (geomorfološke značajke, istraživanja na izdancima, načini uzorkovanja, količine uzoraka i njihov raspored u prostoru, laboratorijske analize, bušenje, geofizičke metode, priprema uzoraka za laboratorijske analize, statistička/geostatistička/geomatematička obradba). Metode određivanja starosti. Načini prikazivanja rezultata: grafički, statistički, tablično i dr. Osnove kvartarne paleontologije s osobitim obzirom na paleontologiju sisavaca i palinologiju. Stijene i svekolike tvorevine glacijalnih, proglacijalnih i periglacijalnih područja. Utjecaj izmjena glacijacija i interglacijacija na reljef te biljni i životinjski svijet. Kvartarne stijene u Hrvatskoj (morske, jezerske, bočate i slatkovodne, močvarne, riječne, kopnene-eolske, glacijalne i periglacijalne) te njihovo inženjerskogeološko značenje i uloga u hidrogeologiji. Najnoviji rezultati istraživanja glacijalnih erozijskih i akumulacijskih oblika na Velebitu i Biokovu. Mineralne sirovine kvartarne starosti u Hrvatskoj s osobitim obzirom na plinska ležišta u podmorju Sjevernoga Jadrana te mineralne sirovine koje se koriste u građevinarstvu.</p> <p>Vježbe: Terenski rad: prepoznavanje izdanaka kvartarnih stijena, utvrđivanje facijesa u odnosu na superpoziciju, značajke stijena i sadržaj u njima (fosili i dr.), vježbanje uzorkovanja glede količine i gustoće točaka, statistička/geostatistička/geomatematička obradba podataka, modeliranje.</p> <p>Samostalni rad: prezentacija provedenih samostalnih istraživanja na osnovi izabrane teme rada i područja u okviru kolegija. ili pisanje seminarskog rada o mogućim novim istraživanjima odabranih stijena kvartarne starosti.</p>
------------------	---

Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<i>Predavanja (2 ECTS), terenski rad ili rad na računalu (2 ECTS), izrada seminarskog rada na izabranu temu (1 ECTS).</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Praćenje pribivanja svekolikoj nastavi te angažmana oko kreiranja novih sadržaja u obliku seminarskih radova i odgovarajuće prezentacije. Snalaženje tijekom terenskog rada/istraživanja. Usmeni ispit s pažnjom na izražavanje te vještine u primjeni informacijske tehnologije/raznih računalnih programa nastalih za potrebe u geologiji kvartara.

20-G05-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Geodinamika kvartara – ND1: Strukturna geomorfologija (4 ECTS) - nositelj: Matoš, B.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - objasniti zavisne i nezavisne varijable koje utječu na razvoj reljefa te opisati holotipove reljefa - opisati najčešće geomorfološke markere koji se koriste pri identifikaciji recentne tektonske aktivnosti - definirati načine i metodološke pristupe pri analizi reljefa s ciljem identifikacije reljefnih oblika nastalih recentnim tektonskim pokretima - prikazati GIS sučelje te definirati metodologiju kvantitativne obrade i izdvajanja morfometrijskih parametara - objasniti metodološki pristup u prepoznavanju recentno tektonski aktivnih područja i seizmogenih rasjeda koji kombinira strukturno-geološke, geomorfološke i geofizičke setove podataka - objasniti metode analiza recentnog polja naprezanja u Zemljinoj kori

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	<p>Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. identificirati i objasniti strukturno-geomorfološke značajke nekog područja s obzirom na prihvaćene modele geomorfološkog razvoja reljefa 2. prepoznati zavisne i nezavisne varijable u formiranju reljefa 3. predložiti koje geomorfološke markere (terestričke i marinske) s obzirom na tip reljefa treba koristiti u analizi i procjeni veličine recentnih tektonskih pomaka 4. samostalno koristiti odgovarajuće GIS alate u kvantitativnoj morfometrijskoj analizi reljefa te procijeniti korelaciju proračunatih morfometrijskih parametara s obzirom na potencijalnu recentnu tektonsku aktivnost 5. osmisliti vlastita istraživanja geomorfoloških procesa u području za koje se specijalizira
--------------------------------------	---

Sadržaj predmeta	<p>Strukturna geomorfologija</p> <p>Predavanja: <u>Geomorfološki ciklus i modeli razvoja reljefa:</u> Postojeći geomorfološki modeli razvoja reljefa te definicija zavisnih i nezavisnih varijabli koje utječu na razvoj reljefa i reljefnih oblika. Izostatatsko vs. tektonsko izdizanje – reljef. Ravnotežno stanje hidrološke mreže—povratna sprega te dinamički i statički ekvilibrium. <u>Geomorfološki markeri:</u> Definicija geomorfološkog markera te način njegova korištenja u identifikaciji i kvantifikaciji tektonske aktivnosti. Daljinska istraživanja u strukturnoj geomorfologiji. <u>GIS i njegova primjena u geologiji i strukturnoj geomorfologiji:</u> Struktura GIS sustava te ulazni podaci. Geomorfološki markeri te kvantitativna morfometrijska analiza digitalnog modela reljefa. Rasjedne škarpe- morfologija, procesi difuzije rasjednih škarpi sedimenti rasjednih škarpi. Osnovne seizmologije te konstrukcija žarišnih mehanizama potresa. Analiza povijesno zabilježenih potresa-osnove paleoseizmologije, metode apsolutnog datiranja te njihova primjenjivost u identifikaciji recentne tektonske aktivnosti.</p> <p>Vježbe: Analiza i opis geomorfoloških značajki terena na temelju satelitskih/aero-foto snimaka. Proračun brzine tektonskih pomaka korištenjem geomorfoloških markera. GIS analiza digitalnog modela reljefa uz izdvajanje rastera lokalnog reljefa, varijabilnog nagiba padina. Izračun hipsometrijskih krivulja te statističkih parametara longitudinalnih profila. Konstrukcija žarišnih mehanizama potresa temeljem seizmoloških podataka.</p> <p>Samostalni rad: analiza dvaju izabranih znanstvenih radova uz pripremu izvještaja te prezentaciju provedenih istraživanja izabrane teme rada.</p>
Oblici nastave	Nastava će se provoditi putem predavanja/konzultacija, auditornih vježbi, te samostalne izrade seminarskog rada.

	<p>U okviru auditornih vježbi studenti će na praktičnim primjerima određivati odgovarajuće morfolometrijske parametre koristeći GIS sučelje. U okviru teme seminarskog rada studenti će samostalno proučavati literaturu te izraditi seminarski rad.</p> <p>ECTS bodovi: Predavanja (1,5 ECTS), GIS vježbe na računalu -(1,5 ECTS), Izrada seminarskog rada na izabranu temu (1 ECTS).</p>
<p>Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada</p>	<p>Ocjenjivanje i vrednovanje doktoranada se provodi na sljedeći način:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aktivno sudjelovanje u nastavi. Podrazumijeva aktivno sudjelovanje u procesu nastave uz kritičko razmišljanje i diskusiju o navedenoj temi. - ocjenjuje se kvaliteta izrađenog seminara odnosno mogućnosti pisanja i prezentacije samostalnog rada. - ocjenjuje se i rezultati GIS vježbi na računalu na način da se razmatraju ostvareni rezultati te interpretacija istih u obliku izvještaja - Ispit iz navedenog kolegija je u usmenom obliku s pažnjom na razumijevanje, odnosno uzročno-posljedično povezivanje kao i diskusiju uz aplikativnost pojedinih morfolometrijskih metoda u determinaciji reljefnih oblika koji su u uskoj svezi sa procesima aktivne tektonike.

20-G05-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Geodinamika kvartara – ND2: Seizmotektonika (4 ECTS) - nositelji: Matoš, B.; Herak, Ma.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati seizmološke značajke divergentnih, transformnih i konvergentnih granica tektonskih ploča - prikazati značaj mehanike stijena u distribuciji naprezanja i deformaciji Zemljine kore - objasniti kritične uvjete prijelaza iz krte u plastičnu deformaciju - objasniti metode analiza recentnog polja naprezanja u Zemljinoj kori - prikazati obilježja seizmičkih valova te demonstrirati značajke seizmičkog ciklusa - prezentirati obilježja seizmograma te principe empirijskog određivanja epicentra potresa, magnitude i intenziteta potresa - prezentirati značajke žarišnih mehanizama potresa te objasniti metodologiju izrade istih - prikazati uzroke i distribuciju potresa na području Hrvatske - objasniti osnovne značajke seizmičkog hazarda i rizika.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	<p>Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. opisati i objasniti strukturne i tektonske značajke granica tektonskih ploča te distribuciju naprezanja u zemljinoj kori 2. objasniti značaj mehanike stijena i njenog utjecaja na formiranje polja naprezanja odnosno vrstu deformacije u stijinama 3. analizirati i procijeniti udaljenost epicentra potresa te magnitudu i intenzitet potresa temeljem raspoloživih seizmograma 4. usporediti obilježja seizmičkih valova, geoloških čimbenika te njihovog značaja u procjeni sa seizmičkim hazardom i rizikom 5. izračunati žarišne mehanizme potresa na temelju geometrijskih i kinematskih značajki rasjeda i argumentirati dobivene rezultate seizmotektonskih istraživanja u kontekstu regionalno polje naprezanja
--------------------------------------	---

Sadržaj predmeta	<p>Seizmotektonika Predavanja: <u>Seizmologija i tektonika ploča</u>: <i>Divergentne granice i ekstenzija</i>: Srednjooceanski grebeni, kontinentalni riftovi i ekstenzijski bazeni. <i>Transformne granice i strike-slip tektonika</i>: kinematske značajke transkurentnih rasjeda. <i>Konvergentne granice i kompresijska tektonika</i>: strukturno-geološke i kinematske značajke u zonama subdukcije i kolizije. <u>Mehanika stijena i deformacija stijena</u>: Vrste naprezanja, elipsa deformacije, elipsoid naprezanja, Mohr-Coulombov zakon sloma, teorija rasjedanja. Krto-plastična deformacija - granični uvjeti koji diktiraju krto i plastičnu deformaciju. <u>Recentno polje naprezanja</u>: Metode istraživanja i interpretacije. Baze podataka međunarodnih seizmoloških službi. <u>Seizmički valovi</u>: Teorija vala, S i P-valovi, površinski valovi, energija valne ravnine, refleksija i transmisija valne ravnine. <u>Seizmogram te parametri izvora</u>: Osnovna obilježja seizmometra i seizmološke mreže, magnituda i seizmički moment, intenzitet potresa i ukupna oslobođena energija potresa, statistika potresa. <u>Žarišni mehanizmi potresa</u>: Geometrija rasjeda, prvi pomaci, širenje prostornih valova, stereografska projekcija i izrada žarišnih mehanizama potresa. <u>Seizmotektonska obilježja Hrvatske</u>: Regionalni strukturni sklop, seizmogene zone i epicentralna područja RH. Osnovna obilježja seizmičkog hazarda i rizika.</p> <p>Vježbe: Strukturna interpretacija granica tektonskih ploča za tipske primjere. Strukturna interpretacija refleksijskih seizmičkih profila. Izrada seizmotektonskog profila. Empirijski izračun udaljenosti epicentra potresa te procjena magnitude i intenziteta potresa analizom seizmograma. Konstrukcija žarišnog mehanizma potresa te interpretacija s obzirom na katalog potresa.</p> <p>Seminarski rad: prezentacija provedenih istraživanja izabrane teme rada u okviru kolegija.</p>
------------------	---

<p>Oblici nastave</p>	<p>Nastava će se provoditi putem predavanja/konzultacija, auditornih vježbi, te samostalne izrade seminarskog rada. U okviru auditornih vježbi studenti će na temelju primjera analizirati i interpretirati refleksijske profile te proračunavati seizmogene parametre pomoću literature. U okviru teme seminarskog rada studenti će samostalno proučavati literaturu te izraditi seminarski rad.</p> <p>ECTS bodovi: Predavanja (1,5 ECTS), Auditorne vježbe (1,5 ECTS), Izrada seminarskog rada na izabranu temu (1 ECTS).</p>
<p>Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada</p>	<p>Ocjenjivanje i vrednovanje doktoranada se provodi na sljedeći način:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aktivno sudjelovanje u nastavi. Podrazumijeva aktivno sudjelovanje u procesu nastave uz kritičko razmišljanje i diskusiju o navedenoj temi. - ocjenjuje se kvaliteta izrađenih zadataka kao dijela auditornih vježbi te seminarskog rada odnosno mogućnosti pisanja i prezentacije samostalnog rada. - Ispit iz navedenog kolegija je u usmenom obliku s pažnjom na razumijevanje, odnosno uzročno-posljedično povezivanje kao i diskusiju o recentnom polju naprezanja i paleonaprezanju u kontekstu geotektonskih domena, korelacije sa recentnom seizmičnošću te mogućim seizmičkim hazardima i rizicima.

20-G06 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Magmatske i metamorfne stijene (4 ECTS) – nositelj: Garašić, V.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> • prikazati teoretske modele globalne tektonike ploča • objasniti načine korelacije geokemijskih karakteristika magmatskih stijena i geotektonske pozicije njihovog formiranja • prezentirati značajke metamorfnih stijena s obzirom na njihov protolit, mineralni i kemijski sadržaj, termobarometriju, P-T-t model i geotektonski okoliš formiranja • demonstrirati načine interpretacije petrogeneze magmatskih i metamorfnih stijena

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<p>Skup IU1: Petrogeneza magmatskih stijena, ukupno 1.5 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • povezati geokemijske karakteristike magmatskih stijena s procesima petrogeneze (0.5 ECTS) • postaviti hipotezu o pojavljivanju zadane magmatske stijene u određenom geotektonskom okolišu (1 ECTS) <p>Skup IU2: Petrogeneza metamorfnih stijena, ukupno 1.5 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • povezati mineraloške i geokemijske karakteristike metamorfnih stijena, izračunatih termobarometrijskih vrijednosti i postavljenog P-T-t modela s procesima petrogeneze (0.5 ECTS) • postaviti hipotezu o pojavljivanju zadane metamorfne stijene u određenom geotektonskom okolišu (1 ECTS) <p>Skup IU3: Kreiranje izvješća o petrogenezi stijena, ukupno 1 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> • kreirati izvješće o petrogenezi zadane magmatske stijene u skladu s teorijom tektonike ploče (0.5 ECTS) • kreirati izvješće o petrogenezi zadane metamorfne stijene u skladu s teorijom tektonike ploče (0.5 ECTS)

Sadržaj predmeta	<ul style="list-style-type: none"> • Globalna tektonika ploča: Od intrakontinentalnog riftinga do postkolizijske ekstenzije: prikaz teoretskih modela globalne tektonike ploča. • Magmatske stijene: Petrogeneza i geokemijska diskriminacija magmatskih stijena riftnih zona unutar ploča kontinentalne litosfere. Petrogeneza i geokemijska diskriminacija magmatskih stijena oceanskih hrptova (srednjooceanski hrptovi i hrptovi u zalučnim bazenima). Petrogeneza i geokemijska diskriminacija magmatskih stijena iznad zona subdukcija (otočni lukovi unutar oceana, otočni lukovi pred kontinentima, magmatski lukovi na rubovima kontinenenata). Petrogeneza i geokemijska diskriminacija magmatskih stijena oceanskog otočja nezvanog na subdukciju. Petrogeneza i geokemijska diskriminacija magmatskih stijena kolizijskih područja. Petrogeneza i geokemijska diskriminacija postkolizijskih magmatskih stijena. • Metamorfne stijene: Metode diskriminacije i određivanja sastava protolita. Fazni dijagrami stabilnosti metamorfnih minerala i metamorfnih reakcija. Termobarometrija i konstrukcija P-T-t modela metamorfnih stijena. Petrogeneza termalno metamorfoziranih stijena. Petrogeneza i geotektonski okoliš milonitiziranih stijena. Petrogeneza i geotektonski okoliš dinamotermalnih metamorfnih stijena iz zona subdukcije (HP/LT metamorfizam). Petrogeneza i geotektonski okoliš dinamotermalnih stijena metamorfoze Abukuma tipa (HT/LP metamorphism). Petrogeneza i geotektonski okoliš dinamotermalnih metamorfnih stijena standardnog geotermobarometrijskog gradijenta. Alteracije i metamorfizam u području oceanskih hrptova: (a) hidrotermalne alteracije na ocenskom dnu, (b) metamorfna podloga (metamorphic sole).
------------------	--

<p>Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)</p>	<p>Skup IU1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Predavanja, dostupna u obliku Power Point prezentacija u pdf formatu – 0.6 ECTS 2. Vježbe: izbor određene analitičke metode istraživanja, prezentacija dobivenih rezultata te njihova interpretacija – 0.2 ECTS 3. Učenje i priprema za ispit – 0.7 <p>Skup IU2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Predavanja, dostupna u obliku Power Point prezentacija u pdf formatu – 0.6 ECTS 2. Vježbe: izbor određene analitičke metode istraživanja, prezentacija dobivenih rezultata te njihova interpretacija – 0.2 ECTS 3. Učenje i priprema za ispit – 0.7 <p>Skup IU3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Izrada i prezentacija seminarskog rada – 1 ECTS
<p>Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Izrada i prezentacija seminarskog rada 2. Usmeni ispit - provjera teoretskog znanja 3. Usmeni ispit – provjera praktičnog znanja: određivanje geotektonsko-petrogenetskih karakteristika zadane stijene na temelju njezinih kemijskih podataka

20-G07 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Geokemija stijena kore (3 ECTS) – nositelj: Garašić, V.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> • upoznati studente s različitošću geokemijskog sastava kontinentalne i oceanske kore koristeći glavne elemente, elemente u tragovima i omjere relevantnih radiogenih i stabilnih izotopa • prikazati procese koji uzrokuju geokemijsku raznolikost stijena kore • prezentirati načine određivanja geokemijskog sastava kore i načine prikazivanja rezultata u odgovarajućim dijagramima • demonstrirati načine interpretacije geokemijskog sastava stijena kore
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati geokemijski sastav kontinentalne kore od oceanske kore (0,6 ECTS) • korelirati kemijski sastav pješčenjaka sa ishodišnim stijenama (0,6 ECTS) • koristiti radiogene izotope Sm i Nd u objašnjavanju geneze stijena kore (0,6 ECTS) • upotrijebiti kisikove i ugljikove izotope u interpretaciji geneze karbonatnih stijena (0,6 ECTS) • kreirati izvješće o procesima koji su utjecali na geokemijski sastav kore za određeni ispitivani teren (0,6 ECTS)
Sadržaj predmeta	<ul style="list-style-type: none"> • Procesi formiranja Zemljine kore i evolucija njezinog kemijskog sastava. • Raspodjela radioaktivnih elemenata u Zemljinoj kori. • Prosječni kemijski sastav kontinentalne kore. Graniti i bazalti kontinentalne kore. • Prosječni kemijski sastav oceanske kore. Bazalti srednjeoceanskih grebena, gabro i kumulati. • Kemijski sastav pješčenjaka, šejlova, pelita i karbonata. • Interpretacija raspodjele elemenata rijetkih zemalja i drugih elemenata u tragovima u magmatskim stijenama kore. • Interpretacija raspodjele elemenata rijetkih zemalja u sedimentnim stijenama kore. • Varijacija sastava izotopa u kori tokom geološkog vremena. Upotreba korelacijskih dijagrama omjera neodimijevih i stroncijevih izotopa u prepoznavanju stijena formiranih u kori od onih formiranih u plaštu. Upotreba kombiniranih kisikovih i ugljikovih izotopa u razlikovanju karbonatnih stijena različitog postanka.
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Predavanja, dostupna u obliku Power Point prezentacija u pdf formatu –1 ECTS 2. Vježbe: prezentiranje rezultata geokemijskog sastava kore u različitim vrstama dijagrama i njihova interpretacija) – 0,4 ECTS 3. Izrada i prezentacija seminarskog rada – 0,6 ECTS 4. Učenje i priprema za ispit – 1 ECTS
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Izrada i prezentacija seminarskog rada 2. Usmeni ispit - provjera teoretskog znanja 3. Usmeni ispit – provjera praktičnog znanja: interpretacija geokemijskih karakteristika kore pomoću različitih vrsta dijagrama

20-G08-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Istraživanje facijesa i modeli taložnih okoliša – ND1: Facijesi i taložni modeli klastita (5 ECTS) – nositelj: Aljinović, D.; D. Smirčić
Ciljevi predmeta	Definirati karakteristike i taložne procese klastičnih taložnih okoliša. Definirati facijese te unutarnje i vanjsko ustrojstvo taložnih okoliša. Prikazati načine interpretacije i primjene analize taložnih sustava.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ol style="list-style-type: none"> 1. objasniti značajke karakterističnih facijesa u taložnim okolišima klastita; (1 ECTS) 2. interpretirati pojedini facijes referirajući se na bitne faktore u njegovu postanku; (1 ECTS) 3. integrirati facijese taložnih okoliša klastita u taložne modele i prezentirati ih; (1 ECTS) 4. argumentirati karakteristike vertikalnog slijeda klastita i kritički ga povezivati s događanjima i promjenama u taložnom okolišu koji su uzrokovali takav slijed; (1 ECTS) 5. prezentirati facijesnu analizu taložnih okoliša klastita važnu pri eksploataciji ugljikovodika. (1 ECTS)
--------------------------------------	---

Sadržaj predmeta	Facijesi i taložni modeli klastita Definicija facijesa. Karakteristike taložnih procesa. Značenje teksture i sastava sedimentnih stijena. Elementi facijesne analize i sekvencijske stratigrafije. Kontinentalni i prijelazni taložni okoliši i facijesi klastita – karakteristike, procesi, sekvencije i modeli. Varijacije, specifičnosti i promjene facijesa u vertikalnom slijedu. Klastični taložni okoliši i facijesi obala i plitkih mora, rampe i šelfa – karakteristike, procesi, sekvencije i modeli. Varijacije, specifičnosti i promjene facijesa u vertikalnom slijedu. Klastiti dubokomorskih okoliša: karakteristike, procesi, sekvencije i modeli. Pretaloživanje i gravitacijski tokovi. Varijacije, specifičnosti i položaj u turbiditnoj lepezi. Transformacije inicijalnog gravitacijskog toka. Vulkanoklastični facijesi - karakteristike, procesi, sekvencije i modeli. Varijacije, specifičnosti i promjene facijesa u vertikalnom slijedu. Primjeri geofizičkih istraživanja i situacije u podzemlju Jadrana.
Oblici nastave	<i>Nastava će se provoditi putem predavanja, auditornih vježbi te samostalne izrade seminarskoga rada. Nastavni materijali i plan aktivnosti nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin.</i> <i>U okviru auditornih vježbi studenti će proučavati primjere iz literature te samostalno rješavati zadatke na zadanu temu, a potom će samostalno izraditi i prezentirati seminarski rad pred kolegama i nastavnikom.</i> <i>Ad Skup IU1: Predavanja (1 ECTS); Auditorne vježbe (1 ECTS); Izrada i prezentacija seminarskog rada (1,5 ECTS); Učenje i priprema za ispit (1,5 ECTS).</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni samostalno izraditi seminarski rad i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom. U okviru usmenog ispita student treba na primjerima iz literature ili rezultatima vlastitih istraživanja interpretirati, argumentirati, integrirati i prosuđivati predmetnu problematiku te odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva.</i>

20-G08-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Istraživanje facijesa i modeli taložnih okoliša – ND2: Taložni sustavi karbonatata (5 ECTS)</i> <i>– nositelji: Vlahović, I.; Barudžija, U.</i>
Ciljevi predmeta	Definirati značajke i procese karbonatnih taložnih okoliša. Definirati facijese te unutarnje i vanjsko ustrojstvo karbonatnih taložnih okoliša.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ol style="list-style-type: none"> 1. analizirati i prezentirati značajke, procese i promjene u facijesima/mikrofacijesima unutar karbonatnih taložnih sustava; 2. integrirati facijese u taložni model karbonata i argumentirati primijenjeni taložni model; 3. interpretirati značajke karbonatnih taložnih okoliša s aspekta naftno-geoloških istraživanja; 4. osmisliti proceduru i planirati istraživanja karbonatnih taložnih sustava.
---	--

Sadržaj predmeta	Taložni sustavi karbonata: Ciklička sedimentacija, karbonatni ciklusi i sekvencije. Taložne sekvencije, unutarnje ustrojstvo karbonatnih sekvencija i sekvencijska stratigrafija. Vrste karbonatnih platforma, glavni kontrolni čimbenici koji utječu na karbonatnu sedimentaciju, odnos siliciklastičnih i karbonatnih taložnih sustava. Karakteristike, procesi, sekvencije i modeli: a) plitkomorskih karbonatnih (platformnih) taložnih sustava; b) periplimnih karbonatnih okoliša; c) obalnih visokoenergijskih karbonatnih okoliša; d) okoliša karbonatne rampe/šelfa; e) okoliša grebenskog kompleksa; f) dubljevodnih i pelagičkih okoliša taloženja vapnenaca. Varijacije, specifičnosti i promjene facijesa u vertikalnom slijedu. Primjeri karbonatnih taložnih sustava Jadranske karbonatne platforme i njezine podloge i krovine na temelju površinskih i bušotinskih podataka, te najvažniji svjetski primjeri.
Oblici nastave	<i>Nastava će se provoditi putem predavanja i samostalne izrade seminarskoga rada. Nastavni materijali i plan aktivnosti nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin.</i> <i>Studenti će samostalno izraditi i prezentirati seminarski rad pred kolegama i nastavnikom.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni samostalno izraditi seminarski rad i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom.</i> <i>U okviru usmenog ispita student mora na primjerima iz literature ili rezultatima vlastitih istraživanja interpretirati, argumentirati, integrirati i prosuđivati predmetnu problematiku te odgovoriti na pitanja iz gradiva predmeta.</i>

20-G08-3 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Istraživanje facijesa i modeli taložnih okoliša – ND3: Principi korelacije facijesa (3 ECTS)</i> <i>– nositelj: Aljinović, D.; D. Smirčić</i>
Ciljevi predmeta	Definirati facijese te unutarnje i vanjsko ustrojstvo taložnih okoliša te karakteristične vertikalne sukcesije (cikluse i sekvencije). Objasniti problematiku i primjenu korelacije sedimentnih sukcesija.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ol style="list-style-type: none"> 1. kritički analizirati različite kriterije koji se mogu koristiti pri korelaciji facijesa; (0,5 ECTS) 2. predlagati kriterije za korelaciju između vertikalnih sljedova facijesa; (0,5 ECTS) 3. prosuđivati primjene adekvatnog kriterija i preispitivati ishode korelacije; (1 ECTS) 4. integrirati rezultat istraživanja vertikalnih sljedova facijesa u okviru sekvencijske stratigrafije. (1 ECTS)
---	--

Sadržaj predmeta	Principi korelacije facijesa Odnosi između facijesa; Vertikalne asocijacije facijesa; Ciklusi i sekvencije (ritmička izmjena facijesa, definiranje ciklusa različitih redova, definiranje granica sekvencija); Kronostratigrafska korelacija (apsolutno vrijeme, značenje slojeva tefre u kronostratigrafiji, biostratigrafsko zoniranje, FAD, LAD, definiranje vremenskog raspona i ciklusa različitog reda); Litofacijsni markeri; Kondenzirane sekvencije; Redoks događaji; Biostratigrafski markeri i biofacijsno modeliranje; Ciklostratigrafski pristup geološkoj evoluciji; Biološka i evolucijska međuovisnost o cikličkim promjenama; Ciklusi različitih redova i njihov odraz u sedimentnim sukcesijama.
Oblici nastave	<i>Nastava će se provoditi putem predavanja, auditornih vježbi te samostalne izrade seminarskoga rada. Nastavni materijali i plan aktivnosti nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin. U okviru auditornih vježbi studenti će proučavati primjere iz literature te samostalno rješavati zadatke na zadanu temu, a potom će samostalno izraditi i prezentirati seminarski rad pred kolegama i nastavnikom.</i> <i>Ad Skup IU3: Predavanja (1 ECTS); Auditorne vježbe (1 ECTS); Izrada i prezentacija seminarskog rada (0,5 ECTS); Učenje i priprema za ispit (0,5 ECTS).</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni samostalno izraditi seminarski rad i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom. U okviru usmenog ispita student treba na primjerima iz literature ili rezultatima vlastitih istraživanja interpretirati, argumentirati, integrirati i prosuđivati predmetnu problematiku te odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva.</i>

20-G09-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Dijageneza i paleopedologija – ND1: Dijageneza i dijagenetski praktikum (5 ECTS) – nositelj: Barudžija, U.
Ciljevi predmeta	Objasniti sedimentološke, geokemijske i mineraloške značajke i procese dijageneze. Demonstrirati mikropetrografsku dijagenetsku analizu i interpretaciju vremenskog slijeda dijagenetskih procesa. Demonstrirati načine izrade, interpretacije i primjene dijagenetskih studija.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	<p>Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kritički prosuđivati dijagenetske značajke i procese u sedimentima; • kritički prosuđivati vremenski slijed dijagenetskih procesa; • prezentirati dijagenetske značajke i vremenski slijed dijagenetskih procesa; • kritički prosuđivati načine interpretacije i primjene dijagenetskih studija; • analizirati mikropetrografski dijagenetske značajke sedimentata; • postaviti hipotezu izrade primijenjene dijagenetske studije; • izraditi dijagenetsku studiju.
--------------------------------------	---

Sadržaj predmeta	<p>Dijageneza: Mehanički, kemijski i biogeni dijagenetski procesi: kompakcija, istiskivanje vode, smanjenje poroznosti; cementacija, otapanje, autigeneza, neomorfizam, rekristalizacija, mikritizacija, bioerozija. Dijagenetski okoliši (subaerski-subakvatski, kontinentalni-marinski, okoliši dubokog zalijeganja i okoliši uzdizanja). Dijageneza klastita, karbonata, evaporita, silicijskih sedimentata i organske tvari. Ranodijagenetski i kasnodijagenetski procesi u različitim dijagenetskim okolišima i uvjetima.</p> <p>Dijagenetski praktikum: Mikropetrografska dijagenetska studija sedimentata. Primjena dijagenetskih studija u analizi evolucije sedimentacijskih bazena, sekvencijskoj stratigrafiji, razradi ležišta ugljikovodika, istraživanju vodonosnika, arheološkim istraživanjima i forenzičkim analizama.</p>
Oblici nastave	<p>Dijageneza: Nastava će se provoditi putem predavanja, konzultacija, auditornih vježbi te samostalne izrade seminarskoga rada. Nastavni materijali i plan aktivnosti nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin. U okviru auditornih vježbi studenti će proučavati primjere iz literature te samostalno rješavati zadatke na zadanu temu, a potom će samostalno izraditi seminarski rad.</p> <p>Dijagenetski praktikum: Studenti će samostalno determinirati, klasificirati i interpretirati različite uzorke sedimentata te izraditi dijagenetsku studiju.</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<p>U okviru dijageneze studenti su dužni izraditi seminarski rad dijagenetske tematike i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom. Ispit se sastoji od pismenog i usmenog dijela. U okviru pismenog dijela ispita student treba na primjeru iz literature interpretirati dijagenetske procese te njihov vremenski slijed. Na usmenom dijelu ispita student treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva. U okviru dijagenetskog praktikuma student treba mikropetrografski opisati i klasificirati set uzoraka sedimentnih stijena te opisati njihove dijagenetske značajke. Student potom treba interpretirati dobivene rezultate i uz pomoć dodatnih podataka izraditi dijagenetsku studiju.</p>

20-G09-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Dijageneza i paleopedologija – ND2: Paleopedologija i paleopedološki praktikum (5 ECTS) – nositelj: Durn, G.</i>
Ciljevi predmeta	Objasniti procese i čimbenike formiranja tla i paleotla. Klasificirati i objasniti procese vezane uz zalijeganje paleotla. Demonstrirati značaj istraživanja paleotla u paleookolišnim, sedimentološkim i stratigrafskim studijama. Demonstrirati mikromorfološku analizu paleotla na primjerima iz različitih geoloških razdoblja. Izraditi i primijeniti paleopedološku studiju u geološkim istraživanjima.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - kritički prosuđivati mikromorfologiju paleotala; - kritički prosuđivati i prezentirati faktore i procese formiranja tla i zalijeganja paleotala; - prezentirati značaj paleotala u paleookolišnim, sedimentološkim i stratigrafskim studijama; - kritički prosuđivati paleotla u različitim geološkim razdobljima te načine interpretacije i primjene studija paleotala. - analizirati mikromorfološki paleotla; - postaviti hipotezu izrade primijenjene studije paleotala; - izraditi paleopedološku studiju.
--------------------------------------	--

Sadržaj predmeta	<p>Paleopedologija: Procesi formiranja tla (indikatori fizičkog trošenja, indikatori kemijskog trošenja, indikatori biološkog trošenja). Klasifikacija tala i paleotala. Osnovne karakteristike paleotala (horizonti, tragovi korijenja, mineralni sastav, geokemijske karakteristike, tekstura, struktura). Kvartarna paleotla. Paleotla na glavnim plohama diskontinuiteta (diskordancijama). Paleotla u sedimentnim naslagama. Kartiranje paleotala i njihovo nazivlje (paleookolišne, sedimentološke i stratigrafske studije). Alteracija paleotala nakon zalijeganja (kompakcija, cementacija, neomorfizam, autigeneza, otapanje, dehidracija, redukcija, zamjena baza, karbonizacija). Faktori formiranja tla. Klima (indikatori padalina, indikatori temperature, indikatori sezonskih promjena). Organizmi (tragovi organizama, tragovi ekosustava, očuvanost fosila u paleotlima). Reljef (indikatori geomorfoloških osobitosti, indikatori vodnog lica, interpretacija paleokatena). Izvorišni materijal. Vrijeme (indikatori nastanka paleotala). Primjeri paleotala u različitim geološkim razdobljima. Primjeri paleopedoloških studija u sedimentologiji, stratigrafiji, paleontologiji, rudnim ležištima, paleoklimatologiji, paleogeografiji, arheologiji i istraživanju porijekla života.</p> <p>Paleopedološki praktikum: Mikromorfološka studija paleotala (istraživanje preparata paleotala primjenom polarizacijskog mikroskopa i pretražne elektronske mikroskopije). Primjena paleopedologije i mikromorfologije u različitim tipovima geoloških istraživanja.</p>
Oblici nastave	<p>Paleopedologija: Nastava će se provoditi putem predavanja/konzultacija, auditornih vježbi te samostalne izrade seminarskoga rada. Nastavni materijali i plan aktivnosti nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin. U okviru auditornih vježbi studenti će proučavati primjere iz literature te samostalno rješavati zadatke na zadanu temu, a potom će samostalno izraditi seminarski rad.</p> <p>Paleopedološki praktikum: U okviru paleopedološkog praktikuma studenti će primjenom polarizacijskog mikroskopa samostalno determinirati, klasificirati i interpretirati različite uzorke paleotala te izraditi paleopedološku studiju.</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	U okviru Paleopedologije studenti su dužni izraditi seminarski rad paleopedološke tematike i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom. Ispit se sastoji od pismenog i usmenog dijela. U okviru pismenog dijela ispita student treba na primjeru iz literature interpretirati mikromorfologiju paleotla. U okviru usmenog dijela ispita student treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva.

	<p>U okviru paleopedološkog praktikuma student treba mikromorfološki opisati i klasificirati set uzoraka paleotala te opisati njihove paleopedološke značajke. Student potom treba interpretirati dobivene rezultate i uz pomoć dodatnih podataka izraditi paleopedološku studiju.</p>
--	--

20-G10-1 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Mineralogija i geokemija okoliša – ND1: Mineralogija, geokemija i zaštita tla (6 ECTS) – nositelji: Durn, G., Kisić, I.
Ciljevi predmeta	Objasniti značaj mineralogije i geokemije u procesima koji se dešavaju u okolišu i tlu kao jednoj od njegovih sastavnica.. Objasniti osnovna svojstva, strukturne i površinske fizikalno-kemijske značajke tla. Usporediti i objasniti fizikalno-kemijske i biokemijske procese u tlu. Planirati primjenu mineraloško-geokemijskih istraživanja za rješavanje problema zaštite tla.
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban: - analizirati mineraloške i geokemijske karakteristike različitih tipova tla; - kritički prosuđivati načine interpretacije i primjene mineraloških i geokemijskih studija tla; - postaviti hipotezu izrade primijenjene mineraloške i geokemijske studije tla; - izraditi mineralošku i geokemijsku studiju tla; - analizirati studijsku i projektnu dokumentaciju koja je preduvjet sanacije, rekultivacije i rehabilitacije oštećenog tla; - analizirati najvažnije stupnjeve oštećenja tla; - kritički prosuđivati mjere zaštite tla od oštećenja (inventarijacija stanja, trajno motrenje, informacijski sustav) i način obnove tla.
Sadržaj predmeta	Procesi formiranja tla (indikator fizičkog trošenja, indikator kemijskog trošenja, indikator biološkog trošenja). Osnovna svojstva, strukturne i površinske fizikalno-kemijske značajke pedogenih minerala Mineraloške i geokemijske karakteristike različitih tipova tla. Tlo kao sastavnica okoliša. Interpretacija mineraloškog i geokemijskog sastava tla. Primjena mineraloških i geokemijskih studija tla u zaštiti okoliša (industrija, poljoprivreda). Uloge tla. Klasifikacija i oblici onečišćenja kao oblik oštećenja tla. Erozija tla. Onečišćivači (polutanti) u tlu - Teški metali, policiklički aromatski ugljikovodici, postojani organski onečišćivači u tlu i ugljikovodici u tlu. Temeljni principi uzorkovanja tla. Zakonska legislativa u RH i nekim drugim zemljama EU. Tehnologija sanacije (remedijacije) onečišćenih tala. Biološke metode remedijacije.
Oblici nastave	Nastava će se provoditi putem predavanja/konzultacija i praktičnih zadataka. Nastavni materijali (Power Point prezentacija u pdf formatu, zadaci i znanstvena literatura) nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin. Vježbe će biti organizirane kao auditorne vježbe. U okviru auditornih vježbi studenti će samostalno ili timski rješavati zadatke na zadanu temu i izraditi seminarski rad.
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Studenti su dužni izraditi seminarski rad iz predmetne tematike i prezentirati ga pred ostalim kolegama i nastavnikom. Ispit se sastoji od pismenog i usmenog djela. U pismenom djelu ispita student treba riješiti praktični zadatak iz predmetne tematike. U usmenom djelu ispita treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva.

20-G10-2 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Mineralogija i geokemija okoliša – ND2: Mineralogija i geokemija recentnih sedimentata (3 ECTS) – nositelj: Sondi, I.
Ciljevi predmeta	Objasniti značaj mineralogije i geokemije u procesima koji se dešavaju u okolišu. Objasniti osnovna svojstva, strukturne i površinske fizikalno-kemijske značajke geoloških materijala (tala, sedimentata, rudarskog otpada). Prikazati i objasniti fizikalno-kemijske i biokemijske procese u tlu/sedimentu/otpadu. Demonstrirati primjenu mineraloških i geokemijskih studija na rješavanje problema u zaštiti okoliša.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - odrediti vrstu recentnih sedimenta, njihove mineraloške i geokemijske značajke - odrediti površinsko-fizikalno kemijske značajke recentnih sedimentata - na osnovi površinsko fizikalno-kemijskih značajki sedimenta odrediti njihov prihvatni kapacitet za zagađivala.
--------------------------------------	--

Sadržaj predmeta	Mineralogija i geokemija recentnih sedimentata: Uloga fizikalno-kemijskih i bioloških procesa (biomineralizacija) u formiranju recentnih sedimentata. Nastajanje malih čestica i aktivnih površina. Klasifikacija i metode karakterizacije mikro- i nano- mineralnih čestica u recentnim sedimentima. Osnovne mineraloške, geokemijske i površinsko fizikalno-kemijske značajke sedimentata. Osnovni fizikalno-kemijski procesi međudjelovanja mineralnih površina sedimentata i organskih i anorganskih spojeva. Onečišćivala i zagađivala u sedimentacijskim sustavima. Mikro i nano-čestice u procesima vezivanja, transportu i odlaganju zagađivala u recentnim sredinama. Recentni sedimenti kao odlagalište zagađivala.
Oblici nastave	<i>Nastava će se provoditi putem predavanja/konzultacija i praktičnih zadataka. Nastavni materijali (Power Point prezentacija u pdf formatu, zadaci i znanstvena literatura) nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin. Vježbe će biti organizirane kao auditorne vježbe. U okviru auditornih vježbi studenti će samostalno ili timski rješavati zadatke na zadanu temu i izraditi seminarski rad.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni izraditi seminarski rad iz predmetne tematike i prezentirati ga pred ostalim kolegama i nastavnikom. U pismenom ispitu student treba riješiti praktični zadatak iz predmetne tematike.</i>

20-G10-3 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Mineralogija i geokemija okoliša – ND3: Rudarski otpad i njegov utjecaj na okoliš (3 ECTS) – nositelj: Mileusnić, M.
Ciljevi predmeta	Objasniti značaj mineralogije i geokemije u procesima koji se dešavaju u okolišu. Objasniti osnovna svojstva, strukturne i površinske fizikalno-kemijske značajke rudarskog otpada. Prikazati i objasniti fizikalno-kemijske i biokemijske procese u rudarskom otpadu. Demonstrirati primjenu mineraloških i geokemijskih studija na rješavanje problema u zaštiti okoliša.
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban: - analizirati mineraloške i geokemijske karakteristike rudarskog otpada; - predvidjeti mogući utjecaj rudarskog otpada na okoliš i zdravlje ljudi; - preporučiti metode kontrole/sanacije rudarskog otpada; - izraditi mineraloško-geokemijsku studiju rudarskog otpada;
Sadržaj predmeta	Rudarski otpad i njegov utjecaj na okoliš: Definicija, karakterizacija i klasifikacija rudarskog otpada. Mineraloške i geokemijske karakteristike različitih tipova rudarskog otpada. Potencijalno toksični elementi. Kemijske reakcije (zakiseljavanje; neutralizacija). Proces (mikrobiološka aktivnosti; formiranje i otapanje sekundarnih minerala; koprecipitacija; adsorpcija/desorpcija). Utjecaj rudarskog otpada na kvalitetu vode, tla i zraka. Predviđanje zakiseljavanja. Monitoring. Kontrola oksidacije sulfida. Metode remedijacije. Utjecaj rudarskog otpada na zdravlje ljudi (putevi izloženosti i putevi unosa; biopristupačnost i biodostupnost).
Oblici nastave	<i>Nastava će se provoditi putem predavanja/konzultacija i praktičnih zadataka (seminara). Nastavni materijali nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni izraditi seminarski rad iz predmetne tematike i prezentirati ga pred ostalim kolegama i nastavnikom. Ispit je usmeni.</i>

20-G10-4 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Mineralogija i geokemija okoliša – ND4: Ponašanje onečišćivala u nesaturiranoj zoni (3 ECTS) – nositelj: Ružičić, S.
Ciljevi predmeta	Objasniti značaj mineralogije i geokemije u procesima transporta onečišćivala u nesaturiranoj zoni. Prikazati i objasniti proces transporta onečišćivala u nesaturiranoj zoni.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - kritički prosuđivati procese transporta onečišćivala u nesaturiranoj zoni; - analizirati procese transporta onečišćivala u nesaturiranoj zoni; - izraditi sorpcijski eksperiment u laboratoriju na uzorcima iz nesaturirane zone; - kreirati sorpcijske izoterme iz rezultata eksperimenta;
--------------------------------------	---

Sadržaj predmeta	Ponašanje onečišćivala u nesaturiranoj zoni – Procesi transporta onečišćivala u nesaturiranoj zoni (advekcija, sorpcija, disperzija). Proces sorpcije potencijalno toksičnih metala u nesaturiranoj zoni (primjeri). Terenski i laboratorijski eksperimenti proučavanja transporta onečišćivala u nesaturiranoj zoni. Izotermijske krivulje.
Oblici nastave	<i>Nastava će se provoditi putem konzultacija i praktičnih zadataka. Nastavni materijali (Power Point prezentacija u pdf formatu, zadaci i znanstvena literatura) nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin. Vježbe će biti organizirane kao auditorne vježbe. U okviru auditornih vježbi studenti će samostalno ili timski rješavati zadatke na zadanu temu.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni izraditi projektni zadatak. Ispit se sastoji od usmenog djela.</i>

20-G11 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Rudna ležišta i industrijski minerali (6 ECTS) – nositelji: Borojević Šoštarić, S.; Garašić, V.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - Definirati procese metalogeneze u magmatskim, sedimentnim i metamorfnim stijenama s posebnim osvrtom na genuzu industrijskih minerala - Objasniti faktore koji utječu na procese metalogeneze i njihovo mijenjanje kroz geološko vrijeme - Prikazati raspodjelu tipova ležišta u odnosu na geotektoniku ploča - Prezentirati primarna strukturno-kemijska svojstva odabranih industrijskih minerala i njihovu izmjenu djelovanjem post-kristalizacijskih procesa (eksolucije, prorastanja, alteracije) - Definirati kritične industrijske minerale za Europsku uniju i karakteristične faze industrijskih procesa - Prikazati utjecaj svojstava minerala i smjesa na njihovo ponašanje tijekom različitih faza industrijskih procesa

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<p>Skup IU1: Rudna ležišta u okviru tektonike ploča (nastavnik V. Garašić), ukupno 1 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> - prepoznati faktore koji utječu na proces globalne metalogeneze (0.3 ECTS) - postaviti hipotezu o procesu formiranja određenog tipa rudnog ležišta (0.3 ECTS) - kreirati izvješće o nastanku određenog tipa rudnog ležišta u određenoj geotektonskoj poziciji (0.6 ECTS)
	<p>Skup IU2: Ležišta industrijskih minerala (nastavnik S. Borojević Šoštarić), ukupno 2.5 ECTS</p> <ul style="list-style-type: none"> - postaviti hipotezu o formiranju i postkristalizacijskim procesima ležišta industrijskih minerala (1 ECTS) - povezati utjecaj post-kristalizacijskih procesa i strukturno-kemijska svojstva industrijskih minerala (1 ECTS)

Sadržaj predmeta	<p>Rudna ležišta u okviru tektonike ploča 1 ECTS: Povezanost procesa formiranja stijena kore i procesa formiranja ruda. Magme i metalogeneza. Sedimentne stijene i metalogeneza. Metamorfne stijene i metalogeneza. Formiranje ležišta industrijskih minerala. Značaj hidrotermalnih fluida u magmatskim, sedimentnim i metamorfnim stijenama. Glavni faktori koji utječu na proces globalne metalogeneze: a) evolucija hidrosfere i atmosfere i s njom povezani procesi oksidacije i redukcije, trošenja i erozije, b) opadanje količine topline proizvedene u Zemljinoj unutrašnjosti kroz vrijeme c) globalni tektonski procesi koji obuhvaćaju brzinu formiranja kore tijekom geološkog vremena, prirodu procesa konvekcije unutar omotača, promjene nivoa razine mora. Metalogeneza kroz vrijeme: arhaik, proterozoik, fanerozoik. Tektonski ciklusi i metalogeneza. Pregled tipova rudnih ležišta prema geotektonskoj okolini pojavljivanja. Rudna ležišta u ekstenzijskoj okolini: intrakontinentalni riftovi (Afrika), interkontinentalni riftovi (Crveno more), srednjeoceanski grebeni, pozadinski lučni bazeni. Rudna ležišta u kompresijskoj okolini: zone subdukcija i zone kolizija. Rudna ležišta na pasivnim kontinentalnim rubovima, u intrakontinentalnim bazenima, u kratonima.</p> <p>Ležišta industrijskih minerala (2.5 ECTS)</p>
-------------------------	---

	<p>Tipovi ležišta industrijskih minerala. Strukturne i kemijske značajke najčešćih oksida, hidroksida, karbonata, sulfata i silikata. Postkristalizacijski procesi, prekidi topljivosti i eksolucije u grupi spinela, grupi piroksena, grupi amfibola i grupi feldspata. Produkti alteracije silikata.</p> <p>Industrijski minerali i njihova primjena (2.5 ECTS): Termičko ponašanje filosilikata. Komercijalna svojstva i upotreba prirodnih zeolita. Abrazivi. Izolacijski materijali. Mineralni pigmenti i punila. Plasteri. Mineralna gnojiva. Keramike, uključujući vatrostalne materijale; sirovine; procesi za vrijeme pečenja i produkti pečenja. Sirovine za proizvodnju stakla; vrste stakla i njihova svojstva. Sirovine za proizvodnju cementa; vrste cementa; konstituenti cementnog klinkera i produkti njihove hidratacije. Kritični minerali za Europsku uniju. Poglavlja po studentovom izboru.</p>
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<p>Skup IU1 Predavanja, dostupna u obliku Power Point prezentacija u pdf formatu – 0.4 ECTS. Vježbe: izbor određene analitičke metode istraživanja, prezentacija dobivenih rezultata te njihova interpretacija – 0.2 ECTS. Izrada i prezentacija seminarskog rada – 0.2 ECTS . Učenje i priprema za ispit – 0.2 ECTS</p> <p>Skup IU2 Nastava će se provoditi putem predavanja (0.5 ECTS) i seminara (1.5 ECTS). Nastavni materijali (Power Point prezentacija u pdf formatu) nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin. Vježbe će biti organizirane kao auditorne vježbe (0.5 ECTS).</p> <p>Skup IU3 Nastava će se provoditi putem predavanja (0.5 ECTS) i seminara (1.5 ECTS). Nastavni materijali (Power Point prezentacija u pdf formatu) nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin. Vježbe će biti organizirane kao auditorne vježbe (0.5 ECTS).</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<p>Skup IU1; IU2; IU3</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Izrada i prezentacija seminarskog rada 5. Usmeni ispit - provjera teoretskog znanja 6. Usmeni ispit – provjera praktičnog znanja na primjeru jednog ležišta

20-GI01 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Krški vodonosnici (5 ECTS) - nositelji: Parlov, J.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati fizikalne i kemijske procese okršavanja, - prikazati tok podzemne vode u krškim vodonosnicima, - definirati geokemijske značajke voda u kršu, - prikazati metode trasiranja, - definirati principe zaštite krških voda, - identificirati članke, poticati pitanja i voditi rasprave na temu krških vodonosnika.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - konstruirati konceptualne modele krških sustava (0,5 ECTS), - analizirati geokemijske podatke krških podzemnih voda u svrhu definiranja svojstava vodonosnika (1 ECTS), - povezati odnose između razvoja krškog sustava i dinamike toka (0,3 ECTS), - skicirati veze između znanosti o kršu, hidrologije i geomorfologije (0,2 ECTS), - poznavati principe zaštite krških voda (0,5 ECST), - projektirati trasiranje u krškim područjima (2 ECTS), - procijeniti utemeljenost rezultata i zaključaka znanstvenih istraživanja (0,5 ECTS).

Sadržaj predmeta	Veza krških područja i geomorfoloških i hidrogeoloških formi (globalna raspodjela krša u svijetu). Dinamika otapanja i taloženja krških stijena. Utjecaj klime i klimatskih promjena na proces okršavanja. Terenska i laboratorijska mjerenja. Klasifikacija i značajke krških vodonosnika. Primjenjivost Darcyevog zakona u krškim vodonosnicima. Odnos slatke i slane vode. Analiza krških drenažnih sustava. Površinske istraživačke tehnike. Analiza hidrograma izvora. Analiza kemograma izvora. Tehnike trasiranja. Modeliranje krških vodonosnika. Gospodarenje zalihama krških voda. Hidrogeološko kartiranje krša. Ljudski utjecaj na krške vode. Izrada karata osjetljivosti, zaštite i rizika za podzemnu vodu.
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	Predavanja i vježbe (1 ECTS). Izrada projektnog zadatka (2 ECTS) i seminarskog rada (1 ECTS), te priprema za usmeni ispit (1 ECTS).
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Seminarski rad. Usmeni ispit .

20-GI02 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Hidraulika podzemnih voda (3 ECTS) - nositelji: Duić, Ž.
Ciljevi predmeta	prikazati hidrogeološke parametre kao funkciju geoloških svojstava vodonosne sredine, prikazati različite primjere strujanja u vodonosnom sustavu, definirati granice valjanosti Darcyjevog zakona i hidraulički prag, prikazati heterogenost i anizotropiju hidrauličke vodljivosti, prikazati mehanizme strujanja u ozračenom pojasu.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<p>analizirati različite vrste strujanja u vodonosnom sustavu s obzirom na mjerilo (prostorno i vremensko), (0,5 ECTS)</p> <p>kritički prosuđivati utjecaj osnovnih fizikalnih svojstava fluida i poroznog medija na hidrogeološke parametre , (0,5 ECTS)</p> <p>prezentirati odnos ekvipotencijala i strujnica u složenim uvjetima tečenja (heterogenost i anizotropija), (0,5 ECTS)</p> <p>kritički prosuđivati načine interpretacije i primjene obrazaca za kvantificiranje hidrogeoloških parametara, (1 ECTS)</p> <p>analizirati strujanje fluida kroz ozračeni pojas s naglaskom na utjecaj prostornog i vremenskog mjerila, te ograničenjima koja otežavaju direktnu promjenu Darcyjevog zakona, (0,5 ECTS)</p>

Sadržaj predmeta	Parametarsko izražavanje svojstava vodonosne sredine. Hidrodinamičko opisivanje toka u poroznoj sredini. Opća značenja i granice valjanosti Darcyjeva zakona. Polja parametara filtracije, tenzor filtracije, glavne osi filtracije, transformacija koordinatnog sustava, elipsa i elipsoid hidrauličke vodljivosti, brzina u smjeru gradijenta. Strujna funkcija. Fizikalni smisao i interpretacija strujne mreže, rubni uvjeti. Ponašanje vode u nesaturiranoj sredini i strujanje višekomponentne tekućine. Dodir nemješivih tekućina i prodor slane vode u homogene i višeslojne vodonosnike.
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<i>Nastava će se provoditi putem predavanja (2 ECTS) i auditornih vježbi (1 ECTS). Nastavni materijali i hodogram aktivnosti nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin.</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni izraditi seminarski rad i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom. Ispit se sastoji od usmenog dijela u okviru kojega student treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva.</i>

20-GI03 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Matematičko modeliranje transporta onečišćujućih tvari u sustavima podzemnih voda (5 ECTS) – nositelji: Nakić, Z.; Posavec, K.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati procese transporta onečišćujućih tvari u prirodi, - prikazati značajke advektivno-disperzivnog transporta te značajke transporta uključujući i geokemijske reakcije s naglaskom na procese linearne i nelinearne sorpcije, - obraditi parametre jednadžbi advекcije-disperzije i geokemijskih reakcija, - definirati matematičke modele tj. jednadžbe transporta s početnim i rubnim uvjetima, - definirati analitičke i/ili numeričke metode njihovog rješavanja, - prikazati načine kalibracije, verifikacije i analize osjetljivosti modela.
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	<p>Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:</p> <ul style="list-style-type: none"> - formulirati procese transporta onečišćujućih tvari u prirodi (1 ECTS) – Z. Nakić, - povezati procese transporta s parametrima jednadžbi advektivno-disperzivnog transporta i geokemijskih reakcija (1 ECTS) – Z. Nakić, - generirati matematičke modele s početnim i rubnim uvjetima za specifične hidrogeološke probleme (1 ECTS) – Z. Nakić i K. Posavec, - predložiti analitičke ili numeričke metode rješavanja matematičkih modela (1 ECTS) – K. Posavec, - konstruirati modele transporta (1 ECTS) – K. Posavec.
Sadržaj predmeta	Okvir za primjenu modela transporta onečišćenja u podzemnim vodama. Teoretske osnove procesa transporta onečišćujućih tvari. Ciljevi modeliranja pronosa onečišćenja. Konceptualni modeli. Primjeri korištenja stratigrafskog modeliranja te 2D i 3D geostatističkih metoda u razradi konceptualnog modela. Advektivno-disperzivni transport onečišćenja u podzemnim vodama. Geokemijske reakcije u podzemnim vodama. Ulazni parametri modela transporta: parametri toka, parametri transporta; kemijski parametri. Matematički modeli transporta onečišćenja u podzemnim vodama: jednadžbe transporta, početni i rubni uvjeti. Analitička i numerička rješenja matematičkih modela. Prostorna i vremenska diskretizacija u numeričkim modelima transporta onečišćenja. Kalibracija, verifikacija i validacija modela transporta. Analiza osjetljivosti. Tipovi i izvori nepouzdanosti kod simulacija transporta onečišćujućih tvari.
Oblici nastave	Nastava će se provoditi putem predavanja (2 ECTS), vježbi na računalu (1 ECTS) i studentskog projekta (2 ECTS)
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<ol style="list-style-type: none"> 4. Studentski projekt: Izrada konceptualnog i matematičkog modela pronosa onečišćenja u podzemnoj vodi za konkretan primjer te prikaz rješenja primjenom analitičkih i/ili numeričkih metoda 5. Usmeni ispit

20-GI04 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Karakterizacija inženjerskogeoloških jedinica (5 ECTS) – nositelji: Mihalić Arbanas, S.; Krkač, M.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - objasniti genetske vrste tala, trošenje stijena i profile trošnosti - prikazati predmete znanstvenih istraživanja u domeni karakterizacije inženjerskogeoloških jedinica - objasniti napredna znanstvena istraživanja na odabranu temu: 1 – karakteristike tala ovisno o mineralnom sastavu; 2 – karakteristike intaktne stijene ovisno o mineralnom sastavu; 3 - karakteristike stijenske mase ovisno o trošnosti - raspraviti sa studentom relevantne metode znanstvenih istraživanja na odabranu temu - voditi studenta kroz samostalni rad u istraživanju relevantnih metoda znanstvenih istraživanja na odabranu temu

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	SKUP ISHODA 1 iz opće teme – nositeljica S. Mihalić Arbanas : Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban razlikovati genetske vrste tala, trošenje stijena i profile trošnosti i odabrati kriterije za izdvajanje inženjerskogeoloških jedinica (0,5 ECTS)
	SKUP ISHODA 2 iz teme 1 Karakteristike tala ovisno o mineralnom sastavu - nositeljica S. Mihalić Arbanas (1,5 ECTS)
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o istraživanju karakteristika tala ovisno o mineralnom sastavu - kritički prosuđivati metode istraživanja karakteristika tala ovisno o mineralnom sastavu - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o karakteristikama tala ovisno o mineralnom sastavu
	SKUP ISHODA 3 iz teme 2 Karakteristike intaktne stijene ovisno o mineralnom sastavu - nositelj M. Krkač (1,5 ECTS)
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o istraživanju karakteristika intaktne stijene ovisno o mineralnom sastavu - kritički prosuđivati metode istraživanja karakteristika intaktne stijene ovisno o mineralnom sastavu - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o karakteristikama intaktne stijene ovisno o mineralnom sastavu
	SKUP ISHODA 4 iz teme 3 Karakteristike stijenske mase ovisno o trošnosti - nositelj M. Krkač (1,5 ECTS)
Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o istraživanju karakteristika stijenske mase ovisno o trošnosti - kritički prosuđivati metode istraživanja karakteristika stijenske mase ovisno o trošnosti - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o karakteristikama stijenske mase ovisno o trošnosti 	

Sadržaj predmeta	Sadržaj predmeta ' Karakterizacija inženjerskogeoloških jedinica ' je sljedeći: <ol style="list-style-type: none"> i. genetske vrste tala; ii. trošenje stijena i profili trošnosti; iii. pristupi istraživanju međusobnog odnosa sastava i svojstava tala relevantnih za karakterizaciju inženjerskogeoloških jedinica (sastav tla i inženjerska svojstva, građa tla, voda u tlu); iv. pristupi istraživanju međusobnog odnosa sastava i svojstava intaktne stijene relevantnih za karakterizaciju inženjerskogeoloških jedinica (sastav intaktne stijene i inženjerska svojstva, struktura intaktne stijene, trošnost intaktne stijene); v. pristupi istraživanju međusobnog odnosa trošnosti i svojstava stijenske mase relevantnih za karakterizaciju inženjerskogeoloških jedinica (klasifikacije trošnosti u različitim vrstama stijena, porijeklo i značajke diskontinuiteta, kategorizacija stijenske mase).
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	Skup IU 1: Općenito o karakterizaciji inženjerskogeoloških jedinica s primjerima znanstvenih istraživanja - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)

(ili drugi oblici postizanja ishoda učenja poput samostalnog rada, istraživanja)	Skup IU 2: Karakteristike tala ovisno o mineralnom sastavu - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Seminar (1 ECTS)
	Skup IU 3: Karakteristike intaktne stijene ovisno o mineralnom sastavu - nositelj M. Krkač
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Seminar (1 ECTS)
	Skup IU 4: Karakteristike stijenske mase ovisno o trošnosti - nositelj M. Krkač
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Seminar (1 ECTS)
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Skup IU 1: Općenito o karakterizaciji inženjerskogeoloških jedinica s primjerima znanstvenih istraživanja - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	1. Usmeni ispit
	Skup IU 2: Karakteristike tala ovisno o mineralnom sastavu - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu
	Skup IU 3: Karakteristike intaktne stijene ovisno o mineralnom sastavu - nositelj M. Krkač
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu
	Skup IU 4: Karakteristike stijenske mase ovisno o trošnosti - nositelj M. Krkač
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu

* Ovisno o interesu, moguća je organizacija radionice na odabranu temu karakterizacija inženjerskogeoloških jedinica (1 ECTS)

20-GI05 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Hidrologija (5 ECTS) - nositelji: Pavlič, K..
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - Prezentirati procese i značajke hidrološkog ciklusa u atmosferi, na tlu i ispod površine. - Demonstrirati otjecanje vode na slivu kao reakciju na oborinu različitim metodama. - Povezati utjecaj oborine na površinsko otjecanje vode. - Prezentirati elemente spektralne i statističke analize u hidrologiji. - Demonstrirati spektralnu i statističku analizu na hidrološkim i meteorološkim podacima.
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<p>Hidrologija – predavanja (2 ECTS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizirati procese i značajke hidrološkog ciklusa. (0,2 ECTS) - Kritički prosuđivati o pojedinim procesima u hidrološkom ciklusu i njihovoj važnosti za proces površinskog otjecanja vode. (0,3 ECTS) - Prezentirati elemente spektralne i statističke analize u hidrologiji. (1,5 ECTS) <p>Hidrologija – auditorne vježbe (3 ECTS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Postaviti hipotezu utjecaja meteoroloških značajki i procesa na površinsko otjecanje vode. (0,5 ECTS) - Primijeniti spektralnu i statističku analizu na hidrološkim i meteorološkim podacima. (2 ECTS) - Iznijeti rezultate vlastitog istraživanja.(0,5 ECTS)
Sadržaj predmeta	Hidrološki procesi u hidrološkom ciklusu. Voda u atmosferi. Vodena para i transport vodene pare u atmosferi. Oborina. Formiranje oborine. Prostorna raspodjela oborine. Isparavanje. Voda na površini. Mehanika fluida otvorenog vodotoka. Površinski tok. Transformacija vodnog vala (Muskingum metoda). Voda ispod površine. Infiltracija. Bazni tok i otjecanje podzemne vode. Površinsko otjecanje kao odziv oborine. Otjecanje na slivu. Linearni odziv otjecanja (jedinični hidrogram). Nelinearni odziv otjecanja na slivu. Spektralna i statistička analiza. Slučajne varijable i vjerojatnost. Funkcije raspodjele vjerojatnosti za diskretne i kontinuirane varijable. Fourierova analiza.
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	Predavanja (2 ECTS), vježbe i seminarski zadatak (3 ECTS).
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Seminarski zadatak i usmeni ispit

20-GI06 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Prirodni i tehničko-građevni kamen (6 ECTS) – nositelji: Maričić, A.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - vrednovati prirodni kamen s obzirom na dekorativni, geološki, tehnički, tehnološki i ekonomski kriterij - povezati utjecaj geoloških značajki u ležištu na istraživanje, iskoristivost, procjenu, razradu i eksploataciju prirodnog i tehničko-građevnog kamena - analizirati povezanost svojstava s postojanošću, kakvoćom i upotrebom prirodnog i tehničko-građevnog kamena

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<p>Skup IU 1: Ležišta prirodnog i tehničko-građevnog kamena (3 ECTS)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. klasificirati varijetete kamena s obzirom na svojstva i primjenu (0,5 ECTS) 2. procijeniti geološke značajke ležišta koje utječu na istraživanje, iskoristivost i eksploataciju prirodnog i tehničko-građevnog kamena (1 ECTS) 3. vrednovati prirodni kamen s obzirom na dekorativni, geološki, tehnički, tehnološki i ekonomski kriterij (1,5 ECTS) <p>Skup IU 2: Postojanost prirodnog i tehničko-građevnog kamena (3 ECTS)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. analizirati varijetete kamena s obzirom na mineralno-petrografska, fizikalno-mehanička, kemijska i tehničko-tehnološka svojstva (1,5 ECTS) 2. kritički prosuditi utjecaj svojstava na postojanost kamena te njegovu moguću primjenu (1 ECTS) 3. procijeniti uzroke propadanja kamena u uvjetima ugradnje ovisno o načinu upotrebe i izvođenja kamenih konstrukcija (0,5 ECTS)

Sadržaj predmeta	<p>Skup IU 1: Ležišta prirodnog i tehničko-građevnog kamena: Klasifikacija stijena na prirodni ili arhitektonsko-građevni i tehničko-građevni kamen. Kriteriji vrednovanja prirodnog kamena (dekorativni, geološki, tehnički, tehnološki i ekonomski). Važnost poznavanja geneze, geološke i petrografske građe ležišta za proizvodnju građevinskih materijala s naglaskom na ležišta prirodnog i tehničko-građevnog kamena te građevnog šljunka i pijeska. Posebnosti kod istraživanja, razrade i eksploatacije ležišta prirodnog i tehničko-građevnog kamena. Važnost određivanja te mogućnosti i metode rješavanja strukturno-teksturnih, petrografskih i tehničko-tehnoloških značajki ležišta prilikom istraživanja, razrade i eksploatacije. Utjecaj geoloških čimbenika na stabilnost, postojanost, iskoristivost i optimalizaciju stijenske mase u ležištima prirodnog i tehničko-građevnog kamena. Utvrđivanje kvalitete mineralne sirovine u prostoru ležišta i njen utjecaj na metodiku, dinamiku i geometriju otkopavanja. Utjecaj položaja otkopne fronte i strukturnog sklopa na fragmentiranje i otkopavanje. Ekonomski aspekti procjene ležišta prirodnog i tehničko-građevnog kamena.</p> <p>Skup IU 2: Postojanost prirodnog i tehničko-građevnog kamena: Važnost određivanja mineralno-petrografskih, fizikalno-mehaničkih, kemijskih i tehničko-tehnoloških svojstava prirodnog i tehničko-građevnog kamena. Utjecaj i međusobna povezanost svojstava i kakvoće, postojanosti i upotrebe prirodnog i tehničko-građevnog kamena. Utjecaj homogenosti, heterogenosti i teksturne anizotropije na svojstva i postojanost kamena. Vremenska postojanost ugrađenog kamena u uvjetima urbanog okoliša s naglaskom na funkcionalnost i konstruktivno rješenje. Osnovni čimbenici fizikalnog, kemijskog i biološkog propadanja ugrađenog kamena. Važnost ispitivanja postojanosti kamena na djelovanje smrzavanja, kristalizacije soli i toplinskih promjena. Razarajuće djelovanje vode u kamenu. Djelovanje biljaka i mikroorganizama na postojanost kamena.</p>
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	Nastava će se provoditi putem predavanja, vježbi i izrade seminarskog rada. Održat će se predavanja iz odabranih poglavlja. Predmet će imati elemente e-kolegija (materijali s predavanja u PDF obliku, plan aktivnosti nalazit će se na sustavu za e-učenje Merlin). Vježbe će biti auditorne, laboratorijske (samostalno rješavanje praktičnih i teorijskih zadataka i programa) te terenske. Terenske vježbe će se bazirati na pregled ugrađenih varijeteta prirodnog i tehničko-građevnog kamena (u gradu Zagrebu i okolici) i posjetu najznačajnijih ležišta prirodnog i tehničko-građevnog kamena u okolici grada Zagreba. Student će u sklopu kolegija samostalno izraditi seminarSKI rad tematike vezane za kolegij kojeg će prezentirati pred kolegama i nastavnikom.

	<p>Ad Skup IU1: Predavanja (0,3 ECTS); Vježbe (1 ECTS); Izrada i prezentacija seminarskog rada (1 ECTS); Učenje i priprema za ispit (0,7 ECTS).</p> <p>Ad Skup IU2: Predavanja (0,3 ECTS); Vježbe (1 ECTS); Izrada i prezentacija seminarskog rada (1 ECTS); Učenje i priprema za ispit (0,7 ECTS).</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Izrada i prezentacija seminarskog rada pred kolegama i nastavnikom uz odgovore na pitanja i diskusiju. 2. Usmeni ispit – izlaganje rezultata vlastitih istraživanja i odgovori na pitanja iz predmetnog gradiva.

20-GI07 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Inženjerskogeološko zoniranje i prognostičke karte geohazarda (7 ECTS) – nositelji: Bernat Gazibara, S.; Mihalić Arbanas, S.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - objasniti principe i mjerila inženjerskogeološkog zoniranja i prognostičkih karata geohazarda - prikazati predmete znanstvenih istraživanja u domeni inženjerskogeološkog zoniranja i izrade prognostičkih karata geohazarda - objasniti napredna znanstvena istraživanja na odabranu temu: 1 - tematske inženjerskogeološke karte; 2 - prognostičke karte geohazarda (klizišta, erozija); 3 - statističke metode izrade karata podložnosti geohazarda; 4 – zoniranje seizmičko-geotehničkih hazarda - raspraviti sa studentom relevantne metode znanstvenih istraživanja na odabranu temu - voditi studenta kroz samostalni rad u istraživanju relevantnih metoda znanstvenih istraživanja na odabranu temu

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	SKUP ISHODA 1 iz opće teme – nositeljica S. Mihalić Arbanas : Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban vrednovati principe i odabrati mjerila inženjerskogeološkog zoniranja i prognostičkih karata geohazarda (1 ECTS)
	SKUP ISHODA 2 iz teme 1 Tematske inženjerskogeološke karte - nositeljica S. Mihalić Arbanas (1,5 ECTS)
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o tematskim inženjerskogeološkim kartama - kritički prosuđivati metode izrade tematskih inženjerskogeoloških karata - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o tematskim inženjerskogeološkim kartama u obliku sinteze
	SKUP ISHODA 3 iz teme 2 Prognostičke karte geohazarda (klizišta, erozija) - nositeljica S. Mihalić Arbanas (1,5 ECTS)
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o prognostičkim kartama geohazarda (klizišta, erozija) - kritički prosuđivati metode izrade prognostičkih karata geohazarda (klizišta, erozija) - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o prognostičkim kartama geohazarda (klizišta, erozija)
	SKUP ISHODA 4 iz teme 3 Statističke metode izrade karata podložnosti geohazarda - nositelj M. Krkač (1,5 ECTS)
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o statističkim metodama izrade karata podložnosti geohazarda - kritički prosuđivati statističke metode izrade karata podložnosti geohazarda - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o statističkim metodama izrade karata podložnosti geohazarda
SKUP ISHODA 5 iz teme 4 Zoniranje seizmičko-geotehničkih hazarda – nositelj M. Krkač (1,5 ECTS)	
Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o metodama procjene seizmičko-geotehničkog hazarda - kritički prosuđivati metode zoniranja seizmičko-geotehničkih hazarda - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o zoniranju seizmičko-geotehničkih hazarda 	

Sadržaj predmeta	Sadržaj predmeta 'Inženjerskogeološko zoniranje i prognostičke karte' je sljedeći: vi. principi i mjerila inženjerskogeološkog zoniranja; vii. izrada tematskih inženjerskogeoloških karata (karte potencijala i ograničenja) i primjena u domeni prostornog i urbanističkog planiranja, gradnje i civilne zaštite viii. vrste prognostičkih karata (karte podložnosti, karte hazarda, karte ranjivosti, karte rizika i karte multi-rizika); ix. statističke metode (bivarijanta i multivarijantna statistika, umjetne neuronske mreže) izrade karata podložnosti aktivnih geomorfoloških procesa (klizanje, odronjavanje, tečenje, erozija, usijedanje i dr.); x. metode zoniranja seizmičko-geotehničkih hazarda
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a) (ili drugi oblici postizanja ishoda učenja poput samostalnog rada, istraživanja)	Skup IU 1: Općenito inženjerskogeološkom zoniranju i prognostičkim kartama geohazarda s primjerima znanstvenih istraživanja - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,7 ECTS)
	Skup IU 2: Tematske inženjerskogeološke karte- nositeljica S. Mihalić Arbanas
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Seminar (1 ECTS)
	Skup IU 3: Prognostičke karte geohazarda (klizišta, erozija) - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Seminar (1 ECTS)
	Skup IU 4: Statističke metode izrade karata podložnosti geohazarda - nositelj M. Krkač
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Seminar (1 ECTS)
Skup IU 5: Zoniranje seizmičko-geotehničkih hazarda – nositelj M. Krkač	
Predavanja (0,5 ECTS)	
Seminar (1 ECTS)	
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Skup IU 1: Općenito inženjerskogeološkom zoniranju i prognostičkim kartama geohazarda s primjerima znanstvenih istraživanja - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	1. Usmeni ispit
	Skup IU 2: Tematske inženjerskogeološke karte- nositeljica S. Mihalić Arbanas
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu
	Skup IU 3: Prognostičke karte geohazarda (klizišta, erozija) - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu
	Skup IU 4: Statističke metode izrade karata podložnosti geohazarda - nositelj M. Krkač
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu
	Skup IU 5: Zoniranje seizmičko-geotehničkih hazarda – nositelj M. Krkač
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu

*Ovisno o interesu, moguća je organizacija radionice na odabranu temu iz inženjerskogeološkog zoniranja i prognostičkih karata geohazarda (1 ECTS)

20-GI08 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Inženjerskogeološki modeli (4 ECTS) – nositelji: Krkač, M.; Bernat Gazibara, S.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - objasniti vrste inženjerskogeoloških modela i pristupe modeliranju u inženjerskoj geologiji - prikazati predmete znanstvenih istraživanja u domeni inženjerskogeološkog modeliranja i prognoze - objasniti napredna znanstvena istraživanja na odabranu temu: 1 – konceptualni inženjerskogeološki modeli; 2 – opservacijski inženjerskogeološki modeli - raspraviti sa studentom relevantne metode znanstvenih istraživanja na odabranu temu - voditi studenta kroz samostalni rad u istraživanju relevantnih metoda znanstvenih istraživanja na odabranu temu

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	SKUP ISHODA 1 iz opće teme – nositelj M. Krkač : Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban vrednovati inženjerskogeološke modele i odabrati pristup modeliranju u inženjerskoj geologiji (1 ECTS)
	SKUP ISHODA 2 iz teme 1 Konceptualni inženjerskogeološki modeli - nositeljica S. Mihalić Arbanas (1,5 ECTS)
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o konceptualnim inženjerskogeološkim modelima - kritički prosuđivati metode izrade konceptualne inženjerskogeološke modele - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o konceptualnim inženjerskogeološkim modelima
	SKUP ISHODA 3 iz teme 2 Opservacijski inženjerskogeološki modeli - nositelj M. Krkač (1,5 ECTS)
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o opservacijskim inženjerskogeološkim modelima - kritički prosuđivati metode izrade opservacijske inženjerskogeološke modele - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o opservacijskim inženjerskogeološkim modelima

Sadržaj predmeta	Sadržaj predmeta ' Inženjerskogeološki modeli ' je sljedeći: <ul style="list-style-type: none"> xi. vrste inženjerskogeoloških modela i njihova primjena; xii. pristupi modeliranju u inženjerskoj geologiji xiii. konceptualni inženjerskogeološki modeli (mjerila modela, obrada, analiza i interpretacija ulaznih podataka); xiv. opservacijski inženjerskogeološki modeli (vrste ulaznih podataka, analiza i interpretacija ulaznih podataka, metode modeliranja).
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a) (ili drugi oblici postizanja ishoda učenja poput samostalnog rada, istraživanja)	Skup IU 1: Općenito o inženjerskogeološkim modelima s primjerima znanstvenih istraživanja - nositelj M. Krkač
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,7 ECTS)
	Skup IU 2: Konceptualni inženjerskogeološki modeli - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Seminar (1 ECTS)
	Skup IU 3: Opservacijski inženjerskogeološki modeli - nositelj M. Krkač
	Predavanja (0,3 ECTS)
Učenje (0,2 ECTS)	
Seminar (1 ECTS)	
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Skup IU 1: Općenito inženjerskogeološkim modelima s primjerima znanstvenih istraživanja - nositelj M. Krkač
	1. Usmeni ispit
	Skup IU 2: Konceptualni inženjerskogeološki modeli - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu

	2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu
	Skup IU 3: Opservacijski inženjerskogeološki modeli - nositelj M. Krkač
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu

*Ovisno o interesu, moguća je organizacija radionice na odabranu temu iz inženjerskogeoloških modela (1 ECTS)

20-GI09 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Daljinska istraživanja i monitoring u inženjerskoj geologiji (8 ECTS) – nositelji: Krkač, M.; Bernat Gazibara, S.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - objasniti vrste senzora i njihovu primjenu u daljinskim istraživanjima i monitoringu aktivnih geomorfoloških procesa i pojava - prikazati predmete znanstvenih istraživanja u domeni daljinskih istraživanja pojava - prikazati predmete znanstvenih istraživanja u domeni monitoringa aktivnih geomorfoloških procesa - objasniti napredna znanstvena istraživanja na odabranu temu: 1 – daljinska istraživanja pojava nastalih aktivnim geomorfološkim procesima u detaljnom mjerilu; 2 - daljinska istraživanja pojava nastalih aktivnim geomorfološkim procesima u regionalnom mjerilu; 3 - monitoring pojava nastalih aktivnim geomorfološkim procesima u detaljnom mjerilu; 4 – monitoring pojava nastalih aktivnim geomorfološkim procesima u regionalnom mjerilu; 5 – statističke analize vremenskih serija podataka monitoringa. - raspraviti sa studentom relevantne metode znanstvenih istraživanja na odabranu temu - voditi studenta kroz samostalni rad u istraživanju relevantnih metoda znanstvenih istraživanja na odabranu temu

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	SKUP ISHODA 1 iz opće teme – nositeljica S. Mihalić Arbanas : Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban odabrati vrste senzora za daljinska istraživanja i monitoring aktivnih geomorfoloških procesa i pojava i vrednovati njihove rezultate (0,5 ECTS)
	SKUP ISHODA 2 iz teme 1 Daljinska istraživanja geomorfoloških pojava u detaljnom mjerilu - nositelj M. Krkač (1,5 ECTS)
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o daljinskim istraživanjima geomorfoloških pojava u detaljnom mjerilu - kritički prosuđivati metode daljinskih istraživanja geomorfoloških pojava u detaljnom mjerilu - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o daljinskim istraživanjima geomorfoloških pojava u detaljnom mjerilu
	SKUP ISHODA 3 iz teme 2 Daljinska istraživanja geomorfoloških pojava u regionalnom mjerilu - nositeljica S. Mihalić Arbanas (1,5 ECTS)
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
<ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o daljinskim istraživanjima geomorfoloških pojava u regionalnom mjerilu - kritički prosuđivati metode daljinskih istraživanja geomorfoloških pojava u regionalnom mjerilu - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o daljinskim istraživanjima geomorfoloških pojava u regionalnom mjerilu 	
SKUP ISHODA 4 iz teme 3 Monitoring geomorfoloških procesa u detaljnom mjerilu - nositelj M. Krkač (1,5 ECTS)	
Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:	
<ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o monitoringu geomorfoloških procesa u detaljnom mjerilu - kritički prosuđivati metode monitoringa geomorfoloških procesa u detaljnom mjerilu - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o monitoringu geomorfoloških procesa u detaljnom mjerilu 	

	SKUP ISHODA 5 iz teme 4 Monitoring geomorfoloških procesa u regionalnom mjerilu - nositeljica S. Mihalić Arbanas (1,5 ECTS)
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o monitoringu geomorfoloških procesa u regionalnom mjerilu - kritički prosuđivati metode monitoringa geomorfoloških procesa u regionalnom mjerilu - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o monitoringu geomorfoloških procesa u regionalnom mjerilu
	SKUP ISHODA 6 iz teme 5 Statističke analize vremenskih serija podataka monitoringa- nositelj M. Krkač (1,5 ECTS)
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: <ul style="list-style-type: none"> - prikupiti znanstvene radove o statističkim analizama vremenskih serija podataka monitoringa - kritički prosuđivati metode statističkih analiza vremenskih serija podataka monitoringa - prezentirati rezultate postojećih znanstvenih istraživanja o statističkim analizama vremenskih serija podataka monitoringa

Sadržaj predmeta	Sadržaj predmeta 'Daljinska istraživanja i monitoring u inženjerskoj geologiji' je sljedeći: <ul style="list-style-type: none"> xv. vrste senzora (kamera, radar, skener) i njihova primjena u daljinskim istraživanjima aktivnih geomorfoloških procesa i pojava (klizišta, erozija, akumulacija, usijedanje); xvi. vrste senzora (geodetski, geotehnički, hidrološki, seizmički) i njihova primjena u monitoringu aktivnih geomorfoloških procesa (klizanje, odronjavanje, tečenje, prevrtanje, bočno razmicanje) i pojava; xvii. daljinska istraživanja geomorfoloških pojava u detaljnom mjerilu (terestričko lasersko skeniranje, TLS; fotogrametrija); xviii. daljinska istraživanja geomorfoloških pojava u regionalnom mjerilu (lasersko skeniranje iz zraka, ALS, LiDAR; inSAR; fotogrametrija); xix. monitoring geomorfoloških procesa u detaljnom mjerilu (geodetski, geotehnički, hidrološki, seizmički); xx. monitoring geomorfoloških procesa u regionalnom mjerilu (inSAR); xxi. statističke analize vremenskih serija podataka monitoringa
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a) (ili drugi oblici postizanja ishoda učenja poput samostalnog rada, istraživanja)	Skup IU 1: Općenito daljinskim istraživanjima i monitoringu u inženjerskoj geologiji s primjerima znanstvenih istraživanja - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Skup IU 2: Daljinska istraživanja geomorfoloških pojava u detaljnom mjerilu - nositelj M. Krkač
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Seminar (1 ECTS)
	Skup IU 3: Daljinska istraživanja geomorfoloških pojava u regionalnom mjerilu - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Seminar (1 ECTS)
	Skup IU 4: Monitoring geomorfoloških procesa u detaljnom mjerilu - nositelj M. Krkač
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Seminar (1 ECTS)
	Skup IU 5: Monitoring geomorfoloških procesa u regionalnom mjerilu - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	Predavanja (0,3 ECTS)
	Učenje (0,2 ECTS)
	Seminar (1 ECTS)
	Skup IU 6: Daljinska istraživanja geomorfoloških pojava u detaljnom mjerilu - nositelj M. Krkač
Predavanja (0,3 ECTS)	
Učenje (0,2 ECTS)	
Seminar (1 ECTS)	
Postupci ocjenjivanja i	Skup IU 1: Općenito daljinskim istraživanjima i monitoringu u inženjerskoj geologiji s primjerima znanstvenih istraživanja - nositeljica S. Mihalić Arbanas 1. Usmeni ispit

vrednovanja doktoranada	Skup IU 2: Daljinska istraživanja geomorfoloških pojava u detaljnom mjerilu - nositelj M. Krkač
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu
	Skup IU 3: Daljinska istraživanja geomorfoloških pojava u regionalnom mjerilu - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu
	Skup IU 4: Monitoring geomorfoloških procesa u detaljnom mjerilu - nositelj M. Krkač
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu
	Skup IU 5: Monitoring geomorfoloških procesa u regionalnom mjerilu - nositeljica S. Mihalić Arbanas
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu
	Skup IU 6: Daljinska istraživanja geomorfoloških pojava u detaljnom mjerilu - nositelj M. Krkač
	1. Rasprava o znanstvenim radovima i metodama znanstvenih istraživanja na odabranu temu 2. Seminarski rad/esej: pisanje preglednog rada na osnovi postojećih podataka iz literature na odabranu temu

*Ovisno o interesu, moguća je organizacija radionice na odabranu temu daljinskih istraživanja i monitoringa u inženjerskoj geologiji (1 ECTS)

20-GI10 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Monitoring podzemnih voda (3 ECTS) - nositelji: Duić, Ž.
Ciljevi predmeta	prikazati organizaciju monitoringa i mjerne uređaje koji se koriste u različitim vodonosnim sustavima prikazati različite primjere tehničke izvedbe piezometara u ovisnosti o složenosti promatranog vodonosnog sustava, definirati uvjete i ograničenja kod uzorkovanja, prikazati primjere organiziranog monitoringa.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<p>analizirati način organizacije i provedbe monitoringa u složenim hidrogeološkim uvjetima, (0,25 ECTS)</p> <p>kritički prosuđivati utjecaj prostornog (poglavito vertikalnog) i vremenskog mjerila na sustav monitoringa, (0,5 ECTS)</p> <p>prezentirati različite metode provođenja monitoringa i ograničenja pojedinih tehnika i uređaja, (0,25 ECTS)</p> <p>kritički prosuđivati rezultate monitoringa u smislu njegove pouzdanosti i opravdanosti obzirom na namjenu istraživanja, (0,5 ECTS)</p> <p>analizirati različite inačice tehničke izvedbe opažачkih objekata i postignute rezultate monitoringa, (0,25 ECTS)</p> <p>postaviti hipotezu i izaditi projekta monitoringa, (0,25 ECTS)</p> <p>izraditi projekt monitoringa podzemnih voda, (1 ECTS)</p>

Sadržaj predmeta	Značenje monitoringa i pitanja interakcije mjernih uređaja s promatranim sustavom. Učinak mjerila u fenomenološkom promatranju i izražavanju ponašanja vodonosnih sustava. Prenošenje piezometarske razine u lokalnom i regionalnom okviru te raspodjela razine u heterogenim vodonosnicima. Mjerilo učinka rubnih uvjeta na raspodjelu razine podzemnih voda. Tehnička izvedba piezometara u funkciji opažanja razine vode u heterogenim sredinama. Pitanja uzimanja uzoraka podzemne vode za kemijske i bakteriološke analize i njihovo značenje u prostornom i vremenskom mjerilu. Primjeri monitoringa u specifičnim uvjetima za slučajeve uspješnog i neuspješnog opažanja podzemnih voda. Sadržaj predmeta i način provedbe nastave usmjeren je na upoznavanje studenata s realnim značenjem podataka koji se mogu dobiti sustavima za praćenje stanja i ponašanja podzemnih voda, te stjecanje sposobnosti za projektiranje monitoringa
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<i>Nastava će se provoditi putem predavanja (2 ECTS), auditornih vježbi (0,2 ECTS) i izrade i prezentacije seminarskog rada (0,8 ECTS). Nastavni materijali i hodogram aktivnosti nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin</i>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni izraditi seminarski rad i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom. Ispit se sastoji od usmenog dijela u okviru kojega student treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva.</i>

20-GI11 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Operacijska istraživanja u hidrogeologiji (5 ECTS) – nositelji: Posavec, K.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prezentirati razvoj operacijskih istraživanja u hidrogeologiji, - prezentirati konceptualizaciju prirodnog vodonosnog sustava, - prezentirati analitičke i numeričke metode rješavanja modela toka - prezentirati analitičke i numeričke LP modele toka - prezentirati analitičke i numeričke modele transporta
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - kreirati konceptualni model zadanoga prirodnog vodonosnog sustava (2,5 ECTS), - definirati početne i granične uvjete te odabrati odgovarajuću jednadžbu toka (0,5 ECTS), - predložiti odgovarajuću metodu rješavanja modela toka (0,5 ECTS), - napisati funkciju cilja i ograničenja u zadanom hidrogeološkom sustavu (0,5 ECTS), - napisati početne i granične uvjete, te jednadžbu transporta za zadani prirodni sustav (0,5 ECTS), - predložiti odgovarajuću metodu rješavanja modela transporta (0,5 ECTS).
Sadržaj predmeta	Modeliranje toka podzemne vode: konceptualizacija prirodnog sustava, odabir jednadžbe toka, definiranje početnih i graničnih uvjeta, analitičke metode rješavanja modela toka, numeričke metode rješavanja modela toka: metoda konačnih diferencija i metoda konačnih elemenata, LP modeli, modeliranje transporta zagađivala: konceptualni model, jednadžba transporta, početni i granični uvjeti u modelima transporta, analitičke metode rješavanja modela transporta, numeričke metode rješavanja modela transporta. Računalni kodovi: MODFLOW i FEFLOW, odabir računalnih kodova za specifične hidrogeološke probleme, diskusija o primjerima iz literature.
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	Predavanja (0,5 ECTS), rješavanje zadataka (0,5 ECTS), proučavanje primjera iz znanstvenih časopisa i izrada studentskog modela (4 ECTS).
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<ol style="list-style-type: none"> 6. Studentski projekt: Izrada konceptualnog i matematičkog modela toka i transporta u podzemnoj vodi za konkretan primjer 7. Usmeni ispit

20-GI12 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Koncepti zaštite i obnove podzemnih voda (5 ECTS) – nositelji: Nakić, Z.; Posavec, K.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati izvore onečišćenja i onečišćujuće tvari podzemne vode, - prikazati načine pristupa istraživanjima onečišćenih vodonosnih sustava, - definirati načine karakterizacije onečišćenja i procjene rizika onečišćenja, - prikazati metode motrenja onečišćenih vodonosnih sustava, - prikazati metode obnove podzemnih voda.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti:
	<ul style="list-style-type: none"> - klasificirati izvore onečišćenja i onečišćujuće tvari podzemne vode (1 ECTS) – Z. Nakić, - kombinirati konvencionalni i integralni pristup u istraživanjima onečišćenih vodonosnih sustava (1 ECTS) – Z. Nakić, - predvidjeti rizike onečišćenja (1 ECTS) – Z. Nakić i K. Posavec, - osmisлити sustav motrenja onečišćenih vodonosnih sustava (1 ECTS) – K. Posavec, - predložiti metode obnove podzemnih voda (1 ECTS) – K. Posavec.

Sadržaj predmeta	Najčešći izvori onečišćenja i onečišćujuće tvari podzemne vode; Karakterizacija onečišćenih vodonosnih sustava; Procjena rizika onečišćenja podzemnih voda; Primjena matematičkih metoda u karakterizaciji i procjeni rizika onečišćenja podzemnih voda; Konvencionalni pristup istraživanjima onečišćenih vodonosnih sustava; Integralni pristup istraživanjima onečišćenih vodonosnih sustava; Potrebni podaci za izradu projekta obnove onečišćenih vodonosnih sustava; Istraživački postupci i metode: površinska snimanja, geofizičke metode, bušenje i uzorkovanje; Mjere za uklanjanje onečišćivala iz vodonosnih sustava; Metode zadržavanja onečišćenja (slabopropusne barijere, talpe, površinsko brtvljenje i dreniranje, hidrauličke barijere, stabilizacija i solidifikacija); Metode ublažavanja mogućih onečišćenja institucionalnim kontrolama; Metode uklanjanja onečišćenja iz podzemlja (iskapanje i ex-situ tretiranje, konvencionalne „crpi i pročisti“ metode, sustavi dreniranja, sustavi ekstrakcije, sustavi injektiranja zraka) i napredne in-situ metode (metode bazirane na prirodnom razrjeđenju/smanjenju koncentracije onečišćivala, biološko prozračivanje; reaktivne barijere); Alternativne tehnologije obnove podzemnih voda; Monitoring onečišćenih vodonosnih sustava.
Oblici nastave	Nastava će se provoditi putem predavanja (3 ECTS) i seminara (2 ECTS)
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seminar: Primjena metode obnove onečišćenih vodonosnih sustava: primjer reprezentativne studije slučaja 2. Usmeni ispit

20-GI13 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Izotopna hidrologija (4 ECTS)</i> – nositelj: Kovač, Z.
Ciljevi predmeta	<p>Student će steći znanja o:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temeljnim principima izotopne geokemije. • Osnovama izotopne hidrologije. • Ulozi i značaju izotopa u hidrološkom ciklusu. • Primjeni stabilnih i radioaktivnih izotopa u hidrološkim i hidrogeokemijskim istraživanjima. • Uzorkovanju i analizama izotopa. • Interpretaciji podataka izotopa.
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	<ul style="list-style-type: none"> • Primijeniti temeljna znanja izotopne geokemije i hidrologije u hidrološkim i hidrogeokemijskim istraživanjima (2 ECTS). • Uzorkovati i pripremiti uzorke vode za različite kemijske i izotopne analize (0,5 ECTS). • Kvantificirati i analizirati odnos podzemne i površinske vode (0,5 ECTS). • Definirati podrijetlo nitrata u podzemnoj vodi (0,5 ECTS). • Odrediti starost podzemne vode i procijeniti brzinu tečenja podzemne vode korištenjem radioaktivnih izotopa (0,5 ECTS).
Sadržaj predmeta	<ul style="list-style-type: none"> • Temeljni principi izotopne geokemije. • Osnove izotopne hidrologije. • Hidrološki ciklus i izotopi. • Izotopni efekti i karte prostorne raspodjele. • Primjena stabilnih izotopa u hidrološkim istraživanjima. • Izotopna, hidrogeokemijska i statistička interpretacija podataka. • Radioaktivni izotopi i određivanje starosti podzemne vode. • Uzorkovanje vode, priprema uzoraka, masena spektrometrija i laserska spektroskopija.
Oblici nastave	Predavanja i vježbe (1 ECTS), projektni zadatak (1 ECTS), seminarski rad (1 ECTS) i priprema za usmeni ispit (1 ECTS).
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Seminarski rad i usmeni ispit.

20-NI01 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Projektiranje i tehnologija izrade bušotina (10 ECTS) – nositelji: <i>Gaurina Međimurec, N.; Pašić, B.</i>
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati proces projektiranja različitih tipova naftnih, plinskih i geotermalnih bušotina, - definirati režim bušenja i način izrade različitih tipova bušotina, - prikazati prednosti i ograničenja izrade horizontalnih, multilateralnih i bušotina velikog dosega, - prikazati objektivne i subjektivne pokazatelje koji utječu na projektiranje, - obraditi vrste mjerenja i način njihove primjene u bušotinama, - definirati analitičke i numeričke modele u svrhu optimiranja izbora opreme i procesa izrade bušotine, - definirati alternativne postupke i mjere sigurnosti tijekom provedbe projekta, - sintetizirati postavke za realizaciju i vrednovanje projekta. - prikazati kriterije za dizajn isplake i cementne kaše za različite bušotinske uvjete, - optimirati ispiranje kanala bušotine i cementiranje zaštitnih cijevi, - provesti laboratorijska ispitivanja svojstava isplake i cementnih kaša.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	Skup IU1: Projektiranje bušotina (4 ECTS-a) – nositelj prof. dr. sc. Zdenko Krištafor <ul style="list-style-type: none"> - oblikovati geološke, geofizičke i termodinamičke uvjete te predvidjeti njihov utjecaj na kvalitetu projekta vodoravnih, usmjerenih ili horizontalnih bušotina (1 ECTS), - integrirati numeričke i analitičke modele s realnim pokazateljima u smislu upravljanja projektom (1 ECTS), - upravljati projektom povezujući predviđene i realne pokazatelje tijekom izrade bušotina (1 ECTS), - valorizirati izvođenje projekta izrade bušotine (1 ECTS),
	Skup IU3: Optimiranje ispiranja i cementacije bušotina (4 ECTS-a) – nositelj prof. dr. sc. Nediljka Gaurina-Međimurec <ul style="list-style-type: none"> - usporediti različite tehnologije izrade bušotina (1 ECTS), - dizajnirati isplaku i cementnu kašu za različite bušotinske uvjete (1 ECTS), - projektirati cementiranje bušotina (1 ECTS), - optimirati iznošenja krhotina stijena tijekom izrade kanala bušotine i cementiranje kolone zaštitnih cijevi (1 ECTS),
	Skup IU2: Izrada horizontalnih i multilateralnih bušotina (2 ECTS-a) – nositelj doc. dr. sc. Borivoje Pašić <ul style="list-style-type: none"> - projektirati putanju za različite tipove bušotina (1 ECTS), - odabrati odgovarajući načina izrade usmjerenog kanala bušotine (1 ECTS).

Sadržaj predmeta	Skup IU1: Projektiranje bušotina Ulazne postavke za projektiranje različitih tipova naftnih, plinskih i geotermalnih bušotina: podaci sa susjednih bušotina, karotažna mjerenja, operativni geološki nadzor, uzorci stijena i jezgara, mjerenja u bušotinama, seizmički podaci. Određivanje optimalnog režima bušenja. Uvjeti za određivanje dna pojedinih nizova zaštitnih cijevi. Izbor bušaćeg alata, analiza torzije i natega, određivanje točke skretanja, dizajn zaštitnih cijevi. Dizajniranje opreme ušća bušotine i preventerskog sklopa. Očekivani radni tlakovi, mjerenja u bušotinama i njihova učestalost. Posebni zahtjevi za opremu bušaćeg postrojenja. Temeljem programa bušenja, specifikacije materijala i uslužnih servisa planiranje cijene izvedenih radova. Pokazatelji koji utječu na stabilnost kanala bušotine. Tehno-ekonomski pokazatelji bušenja. Vrednovanje projekta.
	Skup IU3: Optimiranje ispiranja i cementacije bušotina Bušenje uz primjenu niza zaštitnih cijevi. Optimiranje procesa cementiranja za različite uvjete tlaka i temperature. Optimiranje čišćenja dna kanala bušotine i hidrauličke snage na dlijetu. Hidraulički

	<p>dizajn. Optimiranje reoloških svojstava isplaka i cementnih kaša. Djelotvornost površinskih uređaja za pročišćavanje i kondicioniranje isplake. Praćenje i podešavanje svojstava isplake. Uzroci migracije plina nakon primarnih cementacija i metode za njihovo sprečavanje. Utjecaj tlaka i temperature na svojstva cementnog kamena. Cementiranje geotermalnih i plinskih bušotina. Popravljanje neuspjelih cementacija. Specifičnosti cementiranja horizontalnih bušotina. Metode provjere uspješnosti cementiranja. Laboratorijska ispitivanja svojstava isplaka i cementnih kaša.</p> <p>Skup IU2: Izrada horizontalnih i multilateralnih bušotina Primjena različitih matematičkih modela u projektiranju optimalne putanje za različite tipove bušotina. Usporedba izrade usmjerene bušotine kliznim i rotacijskim načinom rada. Radne karakteristike dubinskih motora. Mjerenja tijekom bušenja i praćenje putanje kanala bušotine. Kriteriji za izbor bušotinskih fluida.</p>
Oblici nastave	<p>Ad IU1 Predavanja (1 ECTS); seminar (1,5 ECTS); učenje iz stručne literature uz seminarski rad (1,5 ECTS)</p> <p>Ad IU2 Predavanja (1 ECTS); seminar (1,5 ECTS); učenje iz stručne literature uz seminarski rad (1,5 ECTS)</p> <p>Ad IU3 Predavanja (0,5 ECTS); seminar (0,5 ECTS); učenje iz stručne literature uz seminarski rad (1 ECTS)</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<p>3. Studentski projekt/seminarski rad: Izrada konceptualnog rješenja za konkretan primjer iz naftaške prakse primjenom analitičkih i/ili numeričkih metoda – izrada samostalnog projekta. Objavljivanje dobivenih rezultata u obliku znanstvenog ili stručnog članka, ovisno o kvaliteti dobivenih rezultata.</p> <p>4. Usmeni ispit</p>

20-NI02 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Racionalizacija razrade ležišta nafte i plina (10 ECTS) - nositelji: Vulin, D.; Kurevija T.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - Definirati optimalan oblik mreže proizvodnih naftnih i utisnih vodenih bušotina radi postizanja maksimalnog koeficijenta makroskopskog istiskivanja nafte temeljem svojstava ležišnih stijena i fluida - Definirati optimalan broj proizvodnih bušotina prema ekonomskim kriterijima i prilagođavanje dinamike proizvodnje ugljikovodika temeljem prisutnog režima iskorištavanja naftnog ležišta - Usporediti i preporučiti odgovarajuću metodu povećanja iscrpka ležišta ugljikovodika - Prognozirati pridobivanje fluida iz plinsko-kondenzatnih ležišta - Obraditi mogućnosti i definirati kriterije skladištenja prirodnog plina i ugljikovog dioksida u različite geološke strukture, akvifere i iscrpljena naftna i plinska polja - Pokazati tehnološke i fizikalne različitosti u pristupu razradi konvencionalnih i nekonvencionalnih ležišta

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - Dizajnirati oblik mreže proizvodnih i utisnih bušotina za ležišta ugljikovodika vodeći računa o svojstvima ležišnih stijena i fluida i povećanju iscrpka fluida. (1 ECTS) – nositelj izv.prof. D.Vulin - Osmisliti koncept podzemnog skladištenja prirodnog plina ili ugljikovog dioksida temeljem statičkih i dinamičkih parametara formacije ili parametara starog ležišta ugljikovodika te tehničko-tehnoloških kriterija. (1 ECTS) – nositelj izv.prof. D.Vulin - Analizom slučaja usporediti analitičke i simulacijske rezultate te isključiti metode koje daju manje pouzdano predviđanje pridobivanja ugljikovodika (1 ECTS) – nositelj izv.prof. D.Vulin - Formulirati komponentni simulacijski model za analizu utiskivanja fluida u sklopu tercijarnih (EOR) metoda pridobivanja nafte (1 ECTS) – nositelj izv.prof. D.Vulin - Statistički analizirati i procijeniti ostvarivost pojedinog simulacijskog slučaja (1 ECTS) – nositelj izv.prof. D.Vulin - Odabrati bušotine kandidate za hidrauličko frakturiranje prema ležišnim i proizvodnim podacima (1 ECTS) – nositelj izv.prof. D.Vulin - Predložiti i projektirati sekundarne režime održavanja ležišnog tlaka naftnih ležišta na temelju dominantno prisutnih primarnih režima; režima otopljenog plina, plinske kape i/ili vodonapornog režima. (1 ECTS) – nositelj izv.prof. T.Kurevija - Analizirati krivulje smanjenja proizvodnje iz naftnih, plinskih i plinsko-kondenzatnih ležišta te predvidjeti konačni iscrpak i buduće obroke crpljenja. (1 ECTS) – nositelj izv.prof. T.Kurevija - Povezati varijaciju potrošnje plina s dinamikom vađenja plina iz podzemnih skladišta te s metodama izravnavanja dinamike potrošnje i dobave plina (1 ECTS) – nositelj izv.prof. T.Kurevija - Generalizirati predviđanja iscrpka analitičkim i simulacijskim metodama za potrebe procjene ekonomske opravdanosti pojedine metode (1 ECTS) – nositelj izv.prof. T.Kurevija

Sadržaj predmeta	Izbor mreže i razmaka bušotina prema svojstvima fluida i ležišnih stijena i vrsti režima iskorištavanja naftnih i plinskih ležišta. Optimalni odnos razmaka između redova bušotina i bušotina u redovima
------------------	--

	<p>pri iskorištavanju naftnih ležišta s vodonapornim režimom i režimom plinske kape. Optimalni broj bušotina na naftnim poljima s režimom otopljenog plina prema ekonomskim kriterijima i prilagođavanje dinamike proizvodnje ugljikovodika prema uspostavljenom režimu iskorištavanja ležišta. Razrada mogućnosti dodatnog povećanja iscrpka i proizvodnje nafte i plina primjenom odgovarajućih metoda povećanja iscrpka naftnih i plinsko-kondenzatnih ležišta. Metode povećanja iscrpka naftnih i plinsko-kondenzatnih ležišta i čimbenici o kojima ovisi djelotvornost metoda povećanja iscrpka. Projektiranje i primjena metoda povećanja iscrpka nafte. Analiza krivulja smanjenja tlaka.</p> <p>Mogućnosti skladištenja prirodnog plina: iscrpljena plinska i naftna ležišta, akviferi, solne kaverne i povećani kapacitet mreže distribucijskih plinovoda. Kriteriji za izbor i projektiranje podzemnog skladišta ugljikovog dioksida. Kontrole rada podzemnih skladišta plina.</p> <p>Konvencionalnim, tj. primarnim i sekundarnim metodama iscrpljen je tek dio ukupnih rezervi ugljikovodika. Glavne prepreke većem iscrpku su povećanje viskoznosti fluida, prodor vode iz akvifera ili karakteristike fluida i ležišta, poput nepovoljne mobilnosti fluida. Kako bi se postigao dopunski iscrpak, ili ekonomski isplativ iscrpak iz ležišta nepovoljnih svojstava, potrebno je poznavati dopunske i nekonvencionalne metode razrade i iskorištavanja ležišta.</p> <p>Vezano uz spomenute značajke, bit će obuhvaćena sljedeća poglavlja:</p> <p>Mehanizmi kojima se povećava iscrpak koristeći termičke procese (utiskivanje pare, cikličko utiskivanje pare, povećanje mobilnosti nafte termičkim putem), kemijske metode (utiskivanje polimera, emulzija, površinsko aktivnih tvari ili fluida s velikim koeficijentom sorpcije), metode utiskivanja plina pod uvjetima miješanja (ugljikovodični plinovi pod uvjetima miješanja, utiskivanje ugljik dioksida pod uvjetima nemiješanja i miješanja, utiskivanje dušika).</p> <p>Ekonomska procjena rizika primjene svake od tercijarnih metoda na temelju sagledavanja općenitih ležišnih podataka (engl. <i>EOR screening</i>).</p> <p>Procjene vremensko-prostornih promjena rapsodjele zasićenja fluidima tj. omjera pokretljivosti i kemijskog sastava fluida prisutnih fluida.</p> <p>Usporedbe stohastičkih metoda i analitičkih korelacija svojstava, statističke raspodjele ležišnih podataka, numeričke metode procjene ležišnih karakteristika.</p> <p>Tehnološke i fizikalne različitosti u pristupu razradi nekonvencionalnih ležišta, simulacija ležišta komponentnim simulatorom (engl. <i>compositional</i>), simulacija protoka u frakturiranoj stijeni i u stijeni s dvojnomo poroznosti i propusnosti.</p>
<p>Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)</p>	<p><i>Nastava će se provoditi putem predavanja/konzultacija i auditornih te praktičnih vježbi. Praktične vježbe uključuju samostalni rad na računalu koristeći specijalizirani simulacijski softver (Schlumberger Petrel RE, Schlumberger Eclipse, PetEx Mbal i Prosper, raspoloživi na radnim stanicama na fakultetu). Nastavni materijali i hodogram aktivnosti nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin. U okviru auditornih vježbi studenti će samostalno rješavati zadatke na zadanu temu, pregledavati i prikupljati stručnu literaturu.</i></p> <p>*Predavanja = 3 ECTS</p> <p>*Auditorne vježbe i praktične vježbe na računalu = 4 ECTS</p> <p>*Seminar: konzultacije, pretraživanje i proučavanje stručne i znanstvene literature, prikupljanje i obrada podataka, priprema i samostalno pisanje znanstvenog rada, = 3 ECTS</p>
<p>Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada</p>	<p><i>Studenti su dužni izraditi seminarski rad i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom. Seminarski rad mora biti u obliku znanstvenog rada koji se sugerira objaviti u znanstvenom časopisu. Ispit se sastoji i od usmenog dijela.</i></p>

20-NI03 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Optimiranje opremanja bušotina i stimulacija ležišta (6 ECTS) – nositelji: Pašić, B.; Brkić, V.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - definirati parametre proizvodnosti bušotina; - prikazati suvremeni pristup opremanju i održavanju bušotina; - prikazati posebnosti opremanja i održavanja horizontalnih i multilateralnih bušotina; - prikazati specifičnosti sustava „inteligentnog“ opremanja bušotina; - determiniranje tipa oštećenja ležišne stijene pomoću laboratorijskih mjerenja; - prikazati tehnologiju hidrauličkog frakturiranja horizontalnih bušotina, - prikazati postupak modeliranja širenja hidraulički stvorenih pukotina u nekonvencionalnim ležištima; - objasniti postupak istovremenog hidrauličkog frakturiranja i postavljanja pješčanog zasipa; - definirati pristup vrednovanju postupaka opremanja i održavanja bušotina, te obrada stijena u bušotinama.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<p>Skup IU1: Optimiranje opremanja i održavanja bušotina (3 ECTS-a) – nositelj doc. dr. sc. B. Pašić</p> <ul style="list-style-type: none"> - predložiti način opremanja bušotina s obzirom na njenu namjenu i uvjete u bušotini (0,75 ECTS); - predložiti sustav za „inteligentno“ opremanje bušotina i polja (0,75 ECTS); - planirati opremanje i održavanje horizontalnih i multilateralnih bušotina (0,75 ECTS); - procijeniti uspješnost primijenjenih postupaka opremanja i održavanja bušotina (0,75 ECTS); <p>Skup IU2: Suvremene metode obrade ležišne stijene (3 ECTS-a) nositelj doc. dr. sc. V. Brkić</p> <ul style="list-style-type: none"> - kreirati model širenja hidraulički stvorenih pukotina u nekonvencionalnim ležištima (0,75 ECTS); - predložiti metodu obrade konvencionalnih ležišta sukladno tipu i stupnju oštećenja, vrsti ležišne stijene i uvjetima u bušotini (0,75 ECTS); - valorizirati rezultate hidrauličkog frakturiranja horizontalnih bušotina (0,75 ECTS); - procijeniti uspješnost postupka postavljanje pješčanog zasipa uz istovremeno hidrauličko frakturiranje ležišne stijene (0,75 ECTS).

Sadržaj predmeta	<p>Skup IU1: Optimiranje opremanja i održavanja bušotina Sistemske pristup opremanju i održavanju bušotina. Ušća bušotina kod višestrukog opremanja (više od jednog proizvodnog niza). Izbor proizvodnih nizova i spojnica za uvjete velikih tlakova i temperatura i višestruko opremanje. Kretanja i sile u sustavu tubinga i pakera kod kombiniranih opremanja. Specifičnosti „inteligentnog“ opremanja. Posebnosti opremanja i održavanja horizontalnih, multilateralnih i bušotina velikog doega. Ekonomski aspekti pravilnog načina opremanja i održavanja bušotina.</p> <p>Skup IU2: Suvremene metode obrade ležišne stijene Proizvodnost bušotina: indeks proizvodnosti; parametri koji kontroliraju indeks proizvodnosti, utjecaj propusnosti ležišta i skin faktora, određivanje propusnosti i skin faktora analizom neustaljenog protoka, raščlamba skin faktora, izdašnost dotoka i omjer oštećenja. Smanjenje propusnosti pribušotinske zone: uzročnici, utvrđivanje oštećenja ležišne stijene te načini obrade. Kategorije smanjenja propusnosti: prirodna oštećenja, izazvana oštećenja. Laboratorijska identifikacija oštećenja: cjelovita analiza uzoraka ležišnih stijena, test topivosti ležišne stijene u kiselini. Tehnike obrade u svrhu uklanjanja oštećenja: kiseline za obradu ležišnih stijena. Postupci obrade ležišnih stijena kiselinama: obrada karbonata, obrada pješčanaka, osobitosti obrada naftnih, plinskih i vodo-utisnih bušotina. Mehanika hidrauličkog frakturiranja: naprezanja u ležišnim stijenama; temeljna načela mehanike stijena, mehanika pukotine. Modeli hidraulički stvorene pukotine: KGD model, PKN model, radijalni model.</p>
------------------	---

	<p>Gubici fluida: koeficijent filtracije, Carterova jednađba.</p> <p>Gibanje i raspored podupirača u pukotini: prijenos topline iz ležišta u pukotinu</p> <p>Fluidi za frakturiranje: linearni i umreženi gelovi na vodenoj osnovi, gelirana nafta, emulzije, reološka svojstva fluida za frakturiranje, filtracijska svojstva fluida.</p> <p>Podupirač: potrebna fizikalna svojstva, vrste podupirača;</p> <p>Optimalizacija postupka hidrauličkog frakturiranja</p> <p>Kombinacija hidrauličkog frakturiranja i pješčanog zasipa: „frac - pack“ tehnologija.</p>
Oblici nastave	<p>Ad IU1 Predavanja (0,5 ECTS); seminar (1,5 ECTS); učenje iz stručne literature uz seminarski rad (1 ECTS)</p> <p>Ad IU2 Predavanja (0,5 ECTS); seminar (1,5 ECTS); učenje iz stručne literature uz seminarski rad (1 ECTS)</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<p>5. Studentski projekt/seminarski rad: Izrada konceptualnog rješenja za konkretan primjer iz naftaške prakse primjenom analitičkih i/ili numeričkih metoda – izrada samostalnog projekta. Objavljivanje dobivenih rezultata u obliku znanstvenog ili stručnog članka, ovisno o kvaliteti dobivenih rezultata.</p> <p>6. Usmeni ispit</p>

20-NI04 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Zaštita okoliša u naftnom rudarstvu (6 ECTS) - nositelji: Hrnčević, L.; Novak Mavar, K.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati naftno-rudarske aktivnosti tijekom kojih potencijalno može doći do onečišćenja/zagađenja okoliša, potencijalne onečišćivače/zagađivače i otpad iz procesa u naftnom rudarstvu, - prikazati ponašanje i kretanje ugljikovodika razlivenih na vodi i na/u tlu te ispuštenih u zrak (emisije), te metode sanacija nastalih zagađenja - prikazati gospodarenje otpadom iz naftnog rudarstva (solidifikacija, stabilizacija, bioremedijacija, termička obrada, utiskivanje u bušotine, sanacija isplačnih jama i dr.) na kopnu i moru, - definirati kriterije za odabir utisne formacije i bušotine za utiskivanje otpada, prikazati tehnologiju pripreme i utiskivanja otpada u bušotine, te metode praćenja migracije utisnutog otpada, - prikazati zakonsku regulativu iz područja zaštite okoliša u naftnom rudarstvu.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<p>IU1: klasificirati otpad nastao prilikom naftno-rudarskih aktivnosti, akcidentnih situacija i nakon provedenih metoda sanacije izljeva ugljikovodika (1 ECTS) – Gaurina Međimurec</p> <p>IU2: predvidjeti ponašanje i kretanje razlivenih ugljikovodika u okolišu, osmisliti plan djelovanja u slučaju izljeva ugljikovodika i metode sanacije nastalih zagađenja (1,5 ECTS) – Hrnčević</p> <p>IU3: osmisliti načine smanjivanja nastanka otpada i predložiti metode obrade otpada iz procesa naftnog rudarstva (1,5 ECTS) – Gaurina Međimurec</p> <p>IU4: klasificirati bušotine i utisne formacije pogodne za odlaganje otpada, dizajnirati tehnologiju pripreme i utiskivanja otpada u bušotine, te planirati program praćenja migracije utisnutog otpada (1,5 ECTS), Gaurina Međimurec</p> <p>IU5: organizirati naftno-rudarske aktivnosti i gospodarenje otpadom iz naftnog rudarstva u skladu s zakonskim propisima (0,5 ECTS) - Hrnčević</p>

Sadržaj predmeta	<p>Utjecaj naftno-rudarskih aktivnosti i otpada iz procesa naftnog rudarstva na okoliš. Onečišćenja i zagađenja uzrokovana naftno- rudarskim aktivnostima i metode sanacije istih. Metode detekcije, praćenje i posljedice izljeva ugljikovodika. Ponašanje izlivenih ugljikovodika u različitim okolišnim uvjetima, modeliranje kretanja izlivenih ugljikovodika. Djelovanje u slučaju izljeva ugljikovodika. Definiranje otpada nastalog prilikom naftno-rudarskih aktivnosti, akcidentnih situacija i nakon provedenih metoda sanacije izljeva ugljikovodika. Katalog otpada iz procesa naftnog rudarstva. Sprječavanje nastanka i smanjivanje količine otpada.</p> <p>Izvori toksičnosti tehnološkog otpada. Gospodarenje s tehnološkim otpadom i s otpadom nastalim prilikom izljeva ugljikovodika (obrada, uporaba i recikliranje otpada). Metode obrade otpada (solidifikacija, stabilizacija, bioremedijacija, termička obrada i dr.). Metode odlaganja otpada (odlaganje na površini/u podzemlju). Tehnologija pripreme i utiskivanja otpada u bušotine. Kriteriji za odabir utisne formacije. Konstrukcija i opremanje bušotine za utiskivanje otpada. Hidraulička cjelovitost anulara utisne bušotine i dozvoljeni tlakovi utiskivanja otpadnih fluida. Praćenje procesa utiskivanja. Postupanje s otpadom koji nastaje tijekom radova na moru. Zakonska regulativa vezana uz zaštitu okoliša i gospodarenje otpadom u naftnom rudarstvu. Odlazak na teren.</p>
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<p>Oblici nastave:</p> <p>Predavanja : 20 sati (0,7 ECTS)</p> <p>Vježbe: 10 sati (0,3 ECTS)</p> <p>Samostalni rad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Izrada seminarskog rada: 80 sati (2 seminarska rada) (3 ECTS) - Učenje: 60 sati (2 ECTS)
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<p>7. Studentski projekt (seminarski rad- istraživanje)</p> <p>8. Usmeni ispit</p>
<p>Napomena:</p> <p>Postojeći kolegiji: Gaurina-Međimurec, N: Gospodarenje otpadom iz naftnog rudarstva (15+5); i Hrnčević, L.: Utjecaj naftno-rudarskih aktivnosti na okoliš (15+5) objedinjeni su u novi kolegij Zaštita okoliša u naftnom rudarstvu</p>	

20-NI05 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Energetske transformacije i planiranje energetskih sustava (6 ECTS) - nositelji: Perković, L.
Ciljevi predmeta	<p>prezentirati značajke svih značajnijih energetskih transformacija u trenutnim i nadolazećim energetskim sustavima preko maseno-energetskih bilanci te utjecaja na cijenu energije na slobodnom tržištu energije</p> <p>prezentirati značajke uvođenja mjera energetske učinkovitosti na ukupnu potrošnju primarnih i transformiranih oblika energije</p> <p>demonstrirati metode optimiranja u procjeni odabira projekata za racionalizaciju potrošnje energije</p> <p>definirati bazni scenarij sveukupnog nacionalnog energetskog sustava</p> <p>analizirati rezultate modeliranja energetskog sustava preko dostupnih verifikacijskih parametara</p> <p>definirati hipotetske scenarije tranzicije postojećih u nadolazeće nacionalne energetske sustave za potrebe dugoročnih prognoza potražnje za energentima i izradu energetskih strategija</p> <p>demonstrirati višekriterijsko optimiranje za istovremeno optimiranje strukture i načina vođenja energetskog sustava</p>

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<p><u>Skup IU 1: Energetske transformacije (3 ECTS):</u></p> <ol style="list-style-type: none"> analizirati maseno-energetsku bilancu energetskih transformacija u energetskim sustavima povezati cijenu energije na slobodnom tržištu sa značajkama energetskih transformacija participirajućih subjekata na tržištu postaviti hipotezu o potrebnim investicijama u energetski sustav za potrebe racionalizacije potrošnje energije i povećanje energetske efikasnosti <p><u>Skup IU 2: Planiranje energetskih sustava (3 ECTS):</u></p> <ol style="list-style-type: none"> osmisliti energetske sustave pojedinačne namjene, kao i nacionalne energetske sustave napisati tehno-ekonomsku analizu investicije u području energetske efikasnosti i pametnog upravljanja energetskim resursima postaviti hipotezu o mogućim smjerovima razvoja nacionalnih energetskih sustava s posebnim osvrtom na strukturu potrošnje primarne energije i emisije ugljikovog dioksida

Sadržaj predmeta	<p>Skup IU 1: Energetske transformacije: transformacije u konvencionalnim energanama, postrojenjima s kombiniranom proizvodnjom toplinske i električne energije, obnovljivim izvorima energije te energetske transformacije sintetskih goriva i biogoriva. Povezivanje zakonitosti energetskih transformacija i cijene energije na slobodnim tržištima energije. Maseno-energetska bilanca svake od spomenutih tehnologija na lokalnoj i nacionalnoj razini. Racionalizacija potrošnje energije, energetska efikasnost i mjere energetske učinkovitosti. Proračun investicije u području energetske efikasnosti preko studije slučaja. Metode optimiranja za efikasnu raspodjelu energetskih resursa. Pametni energetski sustavi i pametno upravljanje energetskim resursima.</p> <p>Skup IU 2: Energetsko planiranje: Mapiranje potreba za energijom i mapiranje dostupnih energetskih resursa. Planiranje i razvoj modela baznog nacionalnog energetskog sustava, simulacija baznog scenarija na računalu, procjena utjecaja integracije OiE i nadolazećih energetskih trendova kao što su četvrta generacija centralnih toplinskih sustava, elektrifikacija transporta i sintetskih goriva/ biogoriva na strukturu potreba za primarnom energijom. Verifikacija dobivenih rezultata baznog scenarija preko verifikacijskih parametara: ukupne i finalne potrošnje energije, emisija CO₂. Uloga pohrane energije u energetskim sustavima, metode tehno-ekonomske procjene sezonskih spremnika toplinske energije, ležište kao spremnik energije. Jedno- i višekriterijsko optimiranje strukture i dinamike vođenja energetskog sustava.</p>
Oblici nastave (i	<p>Skup IU 1: Energetske transformacije (ukupno 3 ECTS-a)</p> <ul style="list-style-type: none"> Nastava (10 sati) + vježbe (5 sati) : ukupno 15 sati = 0.5 ECTS

raspodjela ECTS-a)	<ul style="list-style-type: none"> • Čitanje literature, priprema za pisanje seminarskog rada, samostalni rad: otprilike 450 stranica znanstvene literature, 45 sati = 1.5 ECTS • Samostalno pisanje seminarskog rada: šest do sedam kartica teksta (10 – 13 tisuća znakova), 25 do 28 sati rada = 1 ECTS <p>Skup IU 2: Energetsko planiranje (ukupno 3 ECTS-a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nastava (10 sati) + vježbe (5 sati) : ukupno 15 sati = 0.5 ECTS • Čitanje literature, priprema za pisanje seminarskog rada, samostalni rad: otprilike 450 stranica znanstvene literature, 45 sati = 1.5 ECTS • Samostalno pisanje seminarskog rada: šest do sedam kartica teksta (10 – 13 tisuća znakova), 25 do 28 sati rada = 1 ECTS <p>Predavanja se organiziraju kroz multimedijску prezentaciju teoretskih spoznaja i analiza slučajeva. Seminari će se organizirati u obliku samostalnog rada uz eventualne povremene konzultacije s nositeljem kolegija i pisanje seminarskog rada.</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	Studenti su dužni napisati seminarski rad o temi iz područja energetskih transformacija i energetskog planiranja. Seminarski rad mora također biti vezan uz područje istraživanja doktoranda te mora biti pisan u obliku znanstvenog rada s cjelinama: pregled područja teme seminarskog rada, metoda, sinteza i analiza dobivenih rezultata te zaključak. Ocjena će ovisiti i o raspravi o temi seminarskog rada (max. 15 minuta).

20-NI06 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Karakterizacija ležišnih stijena i fluida za modeliranje protoka (4 ECTS) - nositelji: Vulin, D.
Ciljevi predmeta	<p>Interpretirati mjerenja statičkih svojstava stijena</p> <p>Interpretirati i usporediti podatke specijalnih analiza stijena mjerene različitim metodama</p> <p>Koristiti napredne mogućnosti ležišnih i PVT simulatora za inicijalizaciju i usklađivanje numeričkih modela i rezultata laboratorijskih mjerenja.</p> <p>Konstruirati i na temelju istraživanja publiciranih znanstvenih radova organizirati sustav mjerenja i interpretacije svojstava stijena nestandardnim metodama (npr. injektivnost u oštećenu formaciju, određivanje kvalitete tj. nepropusnosti izolatorskih stijena itd.)</p> <p>Izraditi studiju ostvarivosti projekta pridobivanja ugljikovodika pojedinom tercijarnom (EOR) metodom na temelju laboratorijskih podataka</p> <p>Demonstrirati i argumentirati prednosti i slabosti pojedine laboratorijske metode pri homogenizaciji podataka na razinu ležišta.</p> <p>Prezentirati ekonomsku opravdanost primjene pojedine laboratorijske metode.</p> <p>Povezati mjerena svojstva fluida i stijena analizom slučajeva i hipotetskim homogeniziranim modelima.</p> <p>Povezati elemente PVT studije u cjelinu za specifičan slučaj razrade ležišta ugljikovodika, geotermalnih ležišta te slučajeve vršnog, sezonskog i trajnog skladištenja plinova.</p>

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<p>Kritički prosuđivati i postaviti uvjete ispitivanja uzorka stijene (uvjeti pripreme uzorka, vrsta analize i uvjeti mjerenja) 0.25 ECTS</p> <p>Prezentirati integrirani set analiza potrebnih za procjene pridobivanja, utiskivanja i skladištenja fluida u formaciji te argumentirati i opravdati interpretirane rezultate mjerenja. 0.25 ECTS</p> <p>Analizirati statička i dinamička svojstva stijena primjenom standardne opreme za mjerenje propusnosti, poroznosti i kapilarnog tlaka. 0.25 ECTS</p> <p>Modificirati standardna mjerenja u svrhu inovativnih ispitivanja svojstava stijena. 1 ECTS</p> <p>Kritički procijeniti ključne parametre koji bitno mijenjaju rezultat interpretacije laboratorijskih podataka 0.25 ECTS</p> <p>Izraditi numerički PVT model na temelju laboratorijskih podataka 1 ECTS</p> <p>Izraditi analitički i numerički model laboratorijskih testova utiskivanja fluida u uzorak (jezgru) 0.5 ECTS</p> <p>Postaviti hipoteze i definirati ključne pretpostavke za homogenizaciju modela protoka (tj. utiskivanja i pridobivanja fluida) na razinu pribušotinske zone i na razinu geološke formacije 0.25 ECTS</p> <p>Izraditi bazu istraživane literature relevantne za usko područje ispitivanja jednog ležišnog parametra (pokretljivost, injektivnost, prstoliko probijanje i sl.) 0.25 ECTS</p>

Sadržaj predmeta	<p>Tradicionalna "black-oil" PVT formulacija. Svojstva fluida: sastav, fazno ponašanje i odgovarajući PVT parametri. Standardni laboratorijski eksperimenti i primjena podataka pri black-oil računima. Uporaba jednadžbe stanja (JS) za račun black-oil svojstava. Primjena na druge ležišne fluide: plinski kondenzati, hlapiva nafta.</p> <p><u>Svojstva stijena:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Statistička obrada podataka o svojstvima stijena (poroznost, propusnost, kapilarni tlak). Eksperimentalne metode specijalnih analiza jezgara (kapilaritet, močivost, relativna propusnost, zavodnjavanje). 2. Teorija dvofaznog protoka fluida kroz porozni medij. 3. Analiza nemješivog, mješivog i difuznog protoka. 4. Računanje, analiza te izrada korelacija iz eksperimentalno određenih podataka. 5. Trenutni i kumulativni koeficijent stlačivosti stijene - određivanje i uporaba u računima materijalne ravnoteže.
------------------	--

	<p><u>Karakterizacija fluida za račune uz primjenu jednadžbe stanja (JS).</u></p> <p>A Analize i računanje proširenog sastava ležišnih fluida (nafta, plinski kondenzat):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Karakterizacija C7+ frakcije: statističke distribucije svojstava frakcije, razdvajanje u podfrakcije (engl. splitting), kritična svojstva, smanjivanje broja komponenti grupiranjem u pseudokomponente (eksp.i matematičke metode). 2. Primjena kubičnih JS - podaci za račun fazne ravnoteže. 3. Usklađivanje parametara JS uporabom eksperimentalnih PVT podataka. 4. Opisi sastava fluida s obzirom na zahtjeve razrade naftnih odnosno kondenzatnih ležišta. 5. EOR procesi injektiranja plina. 6. Izrada matematičkog modela faznog ponašanja pomoću JS. 7. PVT modeliranje za određivanje minimalnog tlaka miješanja za EOR metode utiskivanjem plina. <p>B Sustavi plin-voda.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Svojstva ležišnih i geotermalnih voda. Laboratorijske analize svojstava. 2. Fazna ravnoteža u sustavu plin-slana voda. 3. Topivosti plina u vodi i vode u plinu. 4. Specifičnosti faznih dijagrama podzemne vode i izrada JS stanja vode. 5. Određivanje jedinstvene jednadžbe stanja za fluide u ležištima s gradijentom sastava. <p>C Složeni višefazni sustavi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Korelacije za određivanje viskoznosti ležišne vode i međupovršinske napetosti voda-plin. Karakterizacija sustava s velikim udjelom CO₂ za procjenu tercijarnih metoda ili trajnog skladištenja CO₂ u podzemlje. 2. Mogućnost uporabe JS za neke sustave s velikim udjelom CO₂ (napr. CO₂-voda u geotermalnim ležištima). 3. Termodinamička karakterizacija ternarnih sustava CO₂-H₂O-NaCl. 4. Termodinamička karakterizacija za optimizaciju uvjeta separacije. 5. Plinski hidrati: priroda i svojstva, uvjeti stvaranja i značenje.
<p>Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)</p>	<p>Nastava će se provoditi putem predavanja (1 ECTS), auditornih vježbi (2 ECTS) i praktikuma u laboratoriju (2 ECTS).</p> <p>Nastavni materijali i hodogram aktivnosti nalaziti će se na sustavu za e-učenje Merlin. U okviru auditornih vježbi studenti će samostalno rješavati zadatke na zadanu temu i izraditi seminarski rad te izvještaj po standardima prema kojima se pišu izvještaji mjerenja osnovnih i specijalnih svojstava stijena, PVT izvještaji te specijalizirane EOR, PVT i sl. laboratorijske studije. U okviru rada u praktikumu, studenti će samostalno mjeriti, determinirati, klasificirati i interpretirati uzorke stijena i fluida te procijeniti mogućnost odvijanja pojedinih laboratorijski testiranih procesa u ležištu. Kolegij treba rezultirati jednom studijom laboratorijskih rezultata te seminarom ili znanstvenim radom kojim se potvrđuju ili kritički razmatraju metode interpretacije prikupljene istraživanjem literature.</p>
<p>Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada</p>	<p>Provjera znanja sastoji se u sljedećem:</p> <p>Praktičnoj potvrdi snalaženja u primjeni metoda rutinskih i specijalnih analiza stijena (izvještajem i intepretacijom laboratorijski mjerenih podataka).</p> <p>Praktičnoj potvrdi snalaženja u primjeni metoda interpretacije svojstava fluida (konzistentnost sastava, rekombinacija, PVT tablice i dijagrami)</p> <p>Studenti su dužni izraditi seminarski/znanstveni rad vezan uz kolegij i prezentirati ga na kongresu ili pred nastavnikom i studentima.</p> <p>Student može birati područje analize tj. parametre analize te treba izraditi izvještaj po standardima prema kojima se pišu izvještaji mjerenja osnovnih i specijalnih svojstava stijena, PVT izvještaji ili specijalizirane EOR, PVT i sl. laboratorijske studije.</p>

20-NI07 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Optimiranje proizvodnje nafte i plina (4 ECTS) - nositelji: Brkić, V.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - Prikazati metode ispitivanja bušotine i interpretirati rezultata mjerenja - Definirati indeks proizvodnosti bušotine i buduće indikatorske (IPR) krivulje - Definirati parametre za optimiranje pridobivanja ležišnih fluida erupcijom i mehaničkim metodama podizanja te opremanja bušotina - Obraditi kriterije za optimiranje pojedine metode podizanja fluida korištenjem Nodal analize proizvodnog sustava
Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - Predložiti metode ispitivanja bušotina i interpretirati rezultate mjerenja (1 ECTS); - Dizajnirati sadašnje i buduće indikatorske krivulje (1 ECTS); - Formulirati parametre za optimiranje rada bušotina odabirom odgovarajuće metode podizanja i odgovarajućeg opremanja bušotine (1 ECTS); - Dizajnirati proizvodno opremanje bušotine i metodu podizanja fluida (1 ECTS).
Sadržaj predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - Ispitivanja bušotine u cilju definiranja proizvodnih parametara - Proizvodnost bušotine, indeks proizvodnosti, indikatorske krivulje i krivulje uzlaznih cijevi (protočni kapacitet) - Eruptivna metoda pridobivanja ležišnih fluida, reguliranje i optimiranje procesa proizvodnje i opremanja bušotina - Metode proračuna i optimiranja mehaničkih sustava podizanja fluida, opremanja bušotina i kontrole rada sustava podizanja fluida - Optimiranje proizvodnje bušotina primjenom Nodal analize proizvodnog sustava
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	Predavanja (1 ECTS), vježbe na računalu korištenjem programskog paketa (1 ECTS), učenje iz stručne literature (2 ECTS).
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	8. Rješavanje zadataka optimiranja proizvodnje korištenjem Nodal analize 9. Usmeni ispit

20-NI08 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Obrada, transport i skladištenje nafte i prirodnog plina (4 ECTS) - nositelji: Simon, K.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> - prikazati moguće sustave sabiranja prirodnog plina i sirove nafte - prikazati procese obrade prirodnog plina uključujući i ukapljivanje - objasniti postupak odabira procesa obrade prirodnog plina ovisno sastavu plina - primijeniti softver za optimiranje pojedinog procesa obrade ili ukapljivanja prirodnog plina - definirati naftni ili plinski transportni sustav - objasniti principe projektiranja spremnika za naftu ili plin

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban:
	<ul style="list-style-type: none"> - osmisлити sustav sabiranja prirodnog plina i njegove otpreme do postrojenja za obradu (1 ECTS) - planirati odgovarajući proces(e) obrade prirodnog plina uključujući i ukapljivanje (1,5 ECTS) - projektirati i optimirati različite načine transporta nafte i plina (cjevovodi, ukapljeni i stlačeni prirodni plin) (1 ECTS) - projektirati spremnike za skladištenje sirove nafte (0,5 ECTS)

Sadržaj predmeta	Postupci obrade i priprema prirodnog plina za transport – odvajanje različitih nečistoća iz proizvedenog prirodnog plina da se dobije suhi prirodni plin koji se može transportirati plinovodom. U te postupke spadaju separacija – za uklanjanje kondenzata i slobodne vode; dehidracija - za uklanjanje vodene pare (vlage) iz plina; izdvajanje sumpora i ugljičnog dioksida; kao i izdvajanje visokomolekularnih ugljikovodika. Proučavanje i optimiranje najvažnijih postupaka i procesa uključenih u LNG lanac koji uključuju procese ukapljivanja prirodnog plina, uplinjavanje, skladištenje ukapljenog plina kao i otpremu i distribuciju prirodnog plina – transport prirodnog plina do krajnjih potrošača. Obrada, transport i skladištenje nafte.																		
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a) (ili drugi oblici postizanja ishoda učenja poput samostalnog rada, istraživanja)	<p>Predavanja uz primjenu prezentacija pripremljenih u Power Point-u i uz rješavanje konkretnih primjera iz određenog područja, primjena odgovarajućeg softverskog paketa.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>P</th> <th>V +S</th> <th>Čitanje</th> <th>Učenje</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sati rada</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>ECTS</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>0,5</td> <td>1</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>		P	V +S	Čitanje	Učenje		Sati rada	30	45	15	30	120	ECTS	1	1,5	0,5	1	4
	P	V +S	Čitanje	Učenje															
Sati rada	30	45	15	30	120														
ECTS	1	1,5	0,5	1	4														
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Studije slučajeva uz korištenje dostupnih softvera s ciljem modeliranja mogućih rješenja 2. Usmeni ispit 																		

20-NI09 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Razrada plitkih i dubokih geotermalnih ležišta (4 ECTS) - nositelji: Kurevija T.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> -Prezentirati značajke konduktivnog i konvektivnog prijelaza toplinske energije u poroznoj sredini i geotermalnim ležištima -Definirati matematičke modele prijenosa toplinske energije u poroznoj i konduktivnoj sredini; analitičke i/ili numeričke metode rješavanja linijskog i cilindričnog modela prijelaza toplinske energije -Demonstrirati načela projektiranja bušotinskih izmjenjivača topline te geotermalnih ležišta i određivanja smještaja proizvodnih i utisnih bušotina -Povezati principe održivosti i obnovljivosti iskorištavanja geotermalnih ležišta s aspekta proizvodnje fluida

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	-Formulirati procese prijelaza toplinske energije u poroznoj/konvektivnoj i konduktivnoj sredini i povezati prijelaz toplinske energije s procesima održivosti i obnovljivosti geotermalnog ležišta (1 ECTS)
	-Formulirati i riješiti analitičke ili numeričke metode rješavanja matematičkih modela prijelaza toplinske energije u poroznoj/konvektivnoj ili konduktivnoj sredini s primjenom na realno geotlačno geotermalno ležište (1 ECTS)
	-Planirati proizvodno-utisni sustav dubokog geotlačnog geotermalnog ležišta i EGS/HDR sustava te planirati polje plitkih bušotinskih izmjenjivača topline (1 ECTS)
	-Kreirati tehno-ekonomsku analizu iskorištavanja geotermalnih ležišta s aspekta vremena izotermne proizvodnje fluida i analizu iskorištavanja plitkih geotermalnih resursa (1 ECTS)

Sadržaj predmeta	Sustavna reinterpretacija geotermalnih potencijala u RH, geotermalni faktor iscrpka (GFI) obzirom na sadašnje stanje znanosti, veza GFI obzirom na tip ležišta; konvektivna hidrotermalna, geotlačna, konduktivno-dominantna i ostala ležišta, porozitet i priroda fluida u pornom volumenu, ležišni tlak i temperatura, tehnologija prijenosa topline na površinu, GFI kao pokazatelj održivosti. Korelacija održivosti i obnovljivosti geotermalnih ležišta, akumulirana i obnovljiva toplina geotermijskih resursa, jednadžbe prijenosa mase i topline, analitička i numerička rješenja, kombinirani analitičko-numerički postupak (Gringarten-Sauty), Transfer topline između matriksa stijena i pukotina (Bodvardsson-Tsang), primjena modela na optimizaciju razmještaja utisnih bušotina u ležištima intergranularne i dvojne poroznosti, termogravimetrija. Termogeološki princip modeliranja polja bušotinskih izmjenjivača topline pri iskorištavanju plitke geotermalne energije.
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<p>*Nastava (20 sati) + vježbe (5 sati): ukupno 25 sati = 1 ECTS</p> <p>*Pretraživanje i proučavanje stručne i znanstvene literature, prikupljanje podataka i priprema znanstvenog rada, otprilike 400 stranica stručnog teksta, 40 sati = 1,5 ECTS</p> <p>*Samostalno pisanje znanstvenog rada (desetak stranica), 40 sati = 1,5 ECTS</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<i>Studenti su dužni izraditi seminarski rad i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom. Seminarski rad mora biti u obliku znanstvenog rada koji se sugerira objaviti u znanstvenom časopisu. Ispit se sastoji od usmenog dijela i prezentacije rada.</i>

20-NI10 Opis predmeta	
Naziv predmeta	<i>Ekonomika, upravljanje energetske projekta (4 ECTS)</i> <i>- nositelji: Karasalihović Sedlar, D.</i>
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> • Definirati postupke investicijskog planiranja; • Procijeniti vrste investicijskih projekata te preporučiti načine njihovog planiranja i pripreme; • Povezati i vrednovati elemente investicijskih studija; • Analizirati financijske izvještaje i ocijeniti investicijske projekte; • Analizirati sustave i modeliranje u upravljanju projektima • Vrednovati parametre za analizu koristi i troškova; • Opisati poslovne strategije.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	Po završenom procesu učenja doktorand će biti sposoban: Ekonomika (2 ECTS): <ul style="list-style-type: none"> • Analizirati tržišne odnose; • Determinirati kritične parametre investicijskog projekta; • Planirati investicijski projekt u energetske sektoru; • Pripremiti investicijski projekt za primjenu metoda ocjene investicija; • Statički i dinamički ocijeniti investicije; • Provesti analizu koristi i troškova projekta; • Prezentirati rezultate investicijskog ocjenjivanja i kreirati konačnu investicijsku odluku; Strateško upravljanje (2 ECTS): <ul style="list-style-type: none"> • Provesti SWOT analizu • Formulirati poslovnu strategiju energetske kompanije obzirom na tržišne uvjete.

Sadržaj predmeta	Sadržaj predmeta obuhvaća sljedeće nastavne jedinice i procese koje je neophodno poznavati kako bi se proces mogao odvijati od početka definiranja investicijske ideje pa preko odabira pojedine investicijske opcije i donošenja konačne investicijske odluke kod energetske projekata: <ul style="list-style-type: none"> • Ekonomske, ekološke i društvene značajke energetske projekata; • Temeljni financijski dokumenti trgovačkog društva; • Ekonomske značajke poslovanja trgovačkih društava; • Investicijska politika; • Planiranje investicijske projekata; proces investiranja; • Financiranje poslovanja, vrijednosnice, tržišta kapitala, • Investicijska dokumentacija; priprema investicijske projekata; • Analiza tržišta; Tehničko-tehnološka analiza; Analiza lokacije; Ekonomsko-financijska analiza; • Tržišna ocjena projekta, uz upotrebu statičkih i dinamičkih metoda za ocjenu investicijske ulaganja, potrebna za donošenje investicijske odluke; • Upravljanje rizicima u poslovanju; • Pokazatelji učinka projekta; Financijska izvještavanje, Analiza financijske izvještaja; • Analiza koristi i troškova –cost benefit analiza (koristi i štete obzirom na interes investitora i društvene koristi i štete pojedinog zahvata (projekta)); • Investicijsko odlučivanje; • Poslovno planiranje i upravljanje; • Strateški menadžment; • Zakonska regulativa u području poslovanja trgovačkih društava i energetike.
------------------	---

<p>Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)</p>	<p>Nastava u obliku predavanja i vježbi. Predavanja će uključiti PPT prezentaciju sadržaja, dok će se na vježbama proučavati primjeri investicijskih projekata i poslovnih strategija iz gospodarstva (samostalna analiza uz upotrebu softvera) prema specijalnostima studenata. Ekonomika (2 ECTS) Strateško planiranje (2 ECTS) 20 sati predavanja + 5 sati seminara</p>
<p>Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada</p>	<p>10. Studentski projekt: Analiza investicijskog projekta i formuliranje poslovne strategije - <i>Studenti su dužni izraditi seminarski rad koji će uključivati analizu investicijskog projekta i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom.</i> 11. Usmeni ispit - <i>U okviru usmenog dijela ispita student treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva.</i></p>

20-NI11 Opis predmeta	
Naziv predmeta	Tržišta nafte i plina (4 ECTS) - nositelji: Karasalihović Sedlar, D.
Ciljevi predmeta	<ul style="list-style-type: none"> • Analizirati globalno, regionalno i nacionalno tržište nafte; • Definirati sudionike na nacionalnom i regionalnom tržištu nafte; • Analizirati globalno, regionalno i nacionalno tržište plina; • Definirati sudionike na nacionalnom i regionalnom tržištu plina; • Preispitati organizaciju i upravljanje tržištem prirodnog plina; • Analizirati regulaciju energetske tržišta; • Poznavati metode ekonomske regulacije cijena i tarifne metodologije • Procijeniti osobitosti tržišta energenata, monopole, utjecaje; • Vrednovati proizvodnju i potrošnju energije; • Procijeniti energetske politike i strategije; • Razumijevanje kretanja cijena energenata; • Vrednovanje uloge nafte u tranziciji prema niskougličnom društvu; • Vrednovanje uloge prirodnog plina kao tranzicijskog energenta prema niskougličnom društvu; • Valoriziranje geopolitičkih utjecaja na energetska tržišta.

Očekivani ishodi učenja (razine 8.2)	Po završenom procesu učenja doktorand će iz odabrane teme biti sposoban:
	<p>Tržište nafte (2 ECTS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizirati kretanja na tržištu nafte; • Procijeniti odnose među sudionicima na nacionalnom i regionalnom tržištu nafte; • Prosuditi osobitosti tržišta nafte; • Preporučiti energetske politiku tvrtke obzirom na tržišne uvjete; • Formulirati segment energetske strategije u sklopu tržišta nafte • Vrednovati geopolitičku ulogu nafte • Ocjena stupnja sigurnosti opskrbe naftom. <p>Tržište plina (2 ECTS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizirati kretanja na tržištu plina; • Procijeniti odnose među sudionicima na nacionalnom i regionalnom tržištu plina; • Prezentirati ulogu ukapljenog prirodnog plina i mogućnosti izravne primjene; • Prosuditi osobitosti tržišta plina; • Preporučiti energetske politiku tvrtke obzirom na tržišne uvjete; • Formulirati segment energetske strategije u sklopu tržišta plina; • Ocijeniti geopolitičku ulogu prirodnog plina; • Ocjena stupnja sigurnosti opskrbe prirodnim plinom.

Sadržaj predmeta	<p>Sadržaj predmeta obuhvaća sljedeće nastavne jedinice i procese koje je neophodno poznavati kako bi se proces mogao odvijati od početka definiranja investicijske ideje pa preko odabira pojedine investicijske opcije i donošenja konačne investicijske odluke kod energetske projekata:</p> <p>Tržište nafte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Povijesnih kretanja na energetske tržištima; • Struktura proizvodnje, potrošnje, rezervi, trgovine naftom; • Struktura, sudionici, odnosi na tržištu nafte; • Razvoj tržišta nafte; • Osobitosti tržišta nafte, povijesni monopoli; • Kretanje cijena nafte; • Sigurnost opskrbe naftom; • Energetske politike i strategije obzirom na naftu; • Zakonska regulativa u području tržišta nafte;
------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Geopolitika nafte. <p>Tržište plina</p> <ul style="list-style-type: none"> • Struktura proizvodnje, potrošnje, rezervi, trgovine prirodnim plinom; • Struktura, sudionici, odnosi na tržištu plina; • Razvoj tržišta plina, nacionalni model tržišta; • Osobitosti tržišta plina; • Kretanje cijena plina; • Sigurnost opskrbe prirodnim plinom; • Energetske politike i strategije obzirom na plin; • Regulacija energetske djelatnosti, • Zakonska regulativa u području tržišta plina; • Geopolitika plina.
Oblici nastave (i raspodjela ECTS-a)	<p>Nastava u obliku predavanja i seminara. Predavanja će uključiti PPT prezentaciju sadržaja, dok će se u sklopu seminara proučavati segmenti tržišta, odnosi, kretanja (samostalna analiza) prema specijalnostima studenata.</p> <p>Tržište nafte (2 ECTS) Tržište plina (2 ECTS) 20 sati predavanja + 5 sati seminara</p>
Postupci ocjenjivanja i vrednovanja doktoranada	<p>12. Studentski projekt: Analiza segmenta tržišta nafte ili plina - <i>Studenti su dužni izraditi seminarski rad koji će uključivati analizu segmenta tržišta nafte ili plina i prezentirati ga pred kolegama i nastavnikom.</i></p> <p>13. Usmeni ispit - <i>U okviru usmenog dijela ispita student treba odgovoriti na pitanja iz predmetnog gradiva.</i></p>