Sveučilište u Zagrebu
GEODETSKI FAKULTET

KLASA: 643-03/26-01/12
URBROJ: 251-65-05-26-1
U Zagrebu, 29. listopada 2026.

Odluka broj: FV_1_358_4

Temeljem odredbe članka 54. t. 1. Statuta Sveučilišta u Zagrebu Geodetskog fakulteta (Klasa: 011-04/23-01/04, Urbroj: 251-65-05-23-2 od 31. kolovoza 2023.) i članka 15. stavka 2. Pravilnika o doktorskom studiju na Sveučilištu u Zagrebu Geodetskom fakultetu (KLASA: 011-01/25-01/3, URBROJ: 251-65-05-25-3 od 11. rujna 2025.), Fakultetsko vijeće Sveučilišta u Zagrebu Geodetskog fakulteta, na svojoj 1. redovitoj sjednici u 358. ak. god. 2026./2027., održanoj dana 29. listopada 2026., donijelo je sljedeću

O D L U K U
o izvedbenom planu doktorskog studija

I.

Donosi se Izvedbeni plan doktorskog studija Geodezija i geoinformatika u akademskoj godini 2026./2027.

II.

Izvedbeni plan doktorskog studija Geodezija i geoinformatika u akademskoj godini 2026./2027. prilog je i sastavni dio ove Odluke.

III.

Izvedbeni plan doktorskog studija Geodezija i geoinformatika u akademskoj godini 2026./2027. objavit će se u Informacijskom sustavu visokih učilišta („ISVU“) te na mrežnoj stranici i Intranetu Sveučilištu u Zagrebu Geodetskog fakulteta.

IV.

Ova Odluka stupa na snagu danom donošenja.

DEKAN

Prof. dr. sc. Mladen Zrinjski

Dostaviti:

1. Prodekanu za znanstveni rad i međunarodnu suradnju, izv. prof. dr. sc. Ivanu Razumoviću
2. Studentskoj referadi
3. ISVU koordinatoru, izv. prof. dr. sc. Danijelu Šugaru
4. Webmasteru
5. Pisarnici

Sveučilište u Zagrebu Geodetski fakultet

Izvedbeni plan nastave doktorskog studija Geodezija i geoinformatika za akademsku godinu 2026./2027.

Izvedbeni plan nastave doktorskog studija Geodezija i geoinformatika u akademskoj godini 2026./2027., usvojen je na 1. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća u 358. ak. god. 2026./2027., održanoj 29. listopada 2026.

STUDIJSKE AKTIVNOSTI PO POJEDINIM SEMESTRIMA I BROJ ECTS BODOVA

Semestar	Aktivnost	ECTS
I*	2 predmeta	20
	1 Projekt – seminar	10
II	2 Projekt – radionice	30
III**	Istraživački rad	30
IV***	Istraživački rad	30
V**	Istraživački rad	30
VI****	Završna izrada doktorskog rada	30
	Ukupno	180

* U prvom semestru umjesto 2 predmeta i 1 Projekt - seminar mogu se upisati 3 predmeta, što ukupno iznosi 30 ECTS bodova.

** U trećem i petom semestru doktorand/ica ostvaruje 3 od 30 ECTS bodova po semestru javnom prezentacijom rezultata projekata i istraživanja koje je realizirao/la u prethodnoj ak. god. tijekom tjedna izvođenja nastave na prvom semestru studija.

** U četvrtom semestru doktorand/ica ostvaruje 6 od 30 ECTS bodova sudjelovanjem i prezentacijom vlastitog istraživanja na Međunarodnom doktorskom seminaru Geodetskog fakulteta.

*** U šestom semestru doktorand/ica ostvaruje 10 od 30 ECTS bodova objavom ili prihvaćenog za objavljivanje najmanje jednog izvornog znanstvenog rada, tematski vezanog za doktorsko istraživanje (u kojem je glavni autor), sukladno članku 13. stavak 5. Pravilnika o doktorskom studiju na Sveučilištu u Zagrebu Geodetskom fakultetu (KLASA: 011-01/25-01/3, URBROJ: 251-65-05-25-3 od 11. rujna 2025.).

POPIS I OPIS NASTAVNIH SADRŽAJA, BROJ NASTAVNIH SATI I ECTS BODOVA

Popis predmeta i nositelja predmeta

Nositelji	Predmeti
Izv. prof. dr. sc. Ivka Kljajić Prof. dr. sc. Mladen Zrinjski	Metode znanstvenog rada
Izv. prof. dr. sc. Marko Pavasović Izv. prof. dr. sc. Ivan Razumović	Matematičko-statističke metode u geodeziji

Prof. dr. sc. Damir Medak Prof. dr. sc. Miodrag Roić	Formalne metode u geoinformatici

Popis projekata i nositelja projekata

Nositelji	Projekti
Izv. prof. dr. sc. Mateo Gašparović	Procjena dugotrajnog učinka klimatskih i antropogenih utjecaja na prostorno-vremensku dinamiku vegetacijskog pokrova u Hrvatskoj korištenjem satelitskih opažanja (ALCAR) - HRZZ
Prof. dr. sc. Damir Medak	Integracija viševremenskih optičkih i radarskih podataka mikrosatelita za detekciju promjena zemljišnog pokrova (FORMAT) - HRZZ
Izv. prof. dr. sc. Andrija Krtalić	Urbani toplinski otoci Mediterana i kontinenta Hrvatske (UTOMIKA) - HRZZ
Izv. prof. dr. sc. Hrvoje Tomić	Standardizacija sustava upravljanja zemljištem (STALAS) - HRZZ
Izv. prof. dr. sc. Marko Pavasović	Višesenzorski geodetsko-geofizički razvojni okvir za praćenje aktivnih deformacija na području Zagreba (ZG-MOD) - HRZZ
Prof. dr. sc. Robert Župan	Kartografska procjena vodenih rizika u Hrvatskoj korištenjem Aqueduct alata: integrirani pristup urbanim i ruralnim sredinama (KARVAQUR) - NPOO
Izv. prof. dr. sc. Hrvoje Tomić	Primjena naprednih tehnologija za geoinformacijsku podršku održivom gospodarenju zemljištem (AGEOLM) - NPOO
Izv. prof. dr. sc. Ana Kuveždić Divjak	Praćenje pokreta oka u interaktivnoj kartografiji: Vizualna pažnja i podatkovna pismenost korisnika (GeoVizEyeTrack) - NPOO
Prof. dr. sc. Miodrag Roić	Monitoring sustava upravljanja zemljištem (MLAS) - NPOO
Izv. prof. dr. sc. Danijel Šugar	GNSS visokih frekvencija pozicioniranja i utjecaj izvora interferencija na kritičnu PNT infrastrukturu (CRO-KIN-JAM) - NPOO
Izv. prof. dr. sc. Ivan Razumović	Poboljšanje kvalitete transformacije visinskih podataka (H_RTrans) - NPOO
Prof. dr. sc. Mladen Zrinjski	Razvoj robotiziranog sustava umjeravanja GNSS antena u svrhu povećanja kvalitete satelitskog pozicioniranja (antKAL) - NPOO

Izv. prof. dr. sc. Mario Miler	Primjena spektralnih modela za segmentaciju zemljišnog pokrova (PRISMA) - NPOO
Izv. prof. dr. sc. Mateo Gašparović	Napredne metode fotogrametrije i daljinskih istraživanja za praćenje promjena u okolišu (RS4ENVIRO) - NPOO
Izv. prof. dr. sc. Andrija Krtalić	Izrada koncepta geoinformacijskog skladišta podataka za podršku odlučivanju u očuvanju okoliša (GEOSKLAD) - NPOO
Doc. dr. sc. Luka Rumora	Prostorno modeliranje urbanih šuma korištenjem LiDAR podataka i otvorenih GIS alata (GeoUrbanBio) - NPOO
Izv. prof. dr. sc. Mateo Gašparović	Klimatsko jačanje planova obnove prirode u srednjoj i donjoj dunavskoj regiji (CLIMANATRES) - Interreg

(P - predavanje, S - seminar, R - radionica)

Naziv kolegija: METODE ZNANSTVENOG RADA

Ime nositelja kolegija: izv. prof. dr. sc. Ivka Kljajić

Suradnik u nastavi:

- **Godina/semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 2 (P) +2 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

Opis/sadržaj kolegija

Pojam i klasifikacija metodologije znanstvenog istraživanja. Pojam i klasifikacija znanstvenih metoda. Induktivna i deduktivna metoda. Metoda analize i sinteze. Metoda apstrakcije i konkretizacije. Metoda generalizacije i specijalizacije. Metoda dokazivanja i opovrgavanja. Metoda klasifikacije. Metoda deskripcije. Metoda kompilacije. Komparativna metoda. Statistička metoda: relevantna obilježja statističkih metoda, metoda uzoraka, grafičko prikazivanje statističkih podataka. Matematička metoda. Metoda modeliranja. Kibernetička metoda. Eksperimentalna metoda. Povijesna metoda. Teorija sustava kao metoda. Aksiomatska metoda. Empirijska metoda. Metoda anketiranja. Metoda promatranja. Metoda brojenja. Metoda mjerenja. Delfi metoda. Ostale znanstvene metode. Tehnologija znanstvenog istraživanja: uočavanje znanstvenog problema i njegova formulacija, postavljanje hipoteze. Kako prikupiti, obraditi i objaviti rezultate istraživanja.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

Ovladavanje različitim metodama znanstvenog istraživanja, posebno onim koje imaju najveću primjenu u geodeziji, geoinformatici i srodnim granama.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja ✓	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje	Terenski rad	Mentorski rad	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit ✓	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi ✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad

Projekt	Kontinuirana provjera znanja ili ocijenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

1. Novak, D.: Profesionalizacija doktorske izobrazbe - vodič za mentore i doktorande. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2016.
2. Zelenika, R.: Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela. Ekonomski fakultet, Rijeka 1998.

b) dopunska

1. Jakobović, Z.: Pisanje i uređivanje stručnih i znanstvenih publikacija, Kiklos – Krug knjige d.o.o., Zagreb, 2013.
2. Silobrčić, V.: Kako sastaviti, objaviti i ocijeniti znanstveno djelo. Medicinska naklada, Zagreb 1998.
3. Žugaj, M. Osnove znanstvenog i stručnog rada. Zagreb r.o. za grafičku djelatnost, Samobor 1989.

c) internetski izvori

Nacionalna i sveučilišna knjižnica http://www.nsk.hr/

Naziv kolegija: METODE ZNANSTVENOG RADA

Ime nositelja kolegija: prof. dr. sc. Mladen Zrinjski

Suradnik u nastavi:

- **Godina/semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 2 (P) +2 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

Opis/sadržaj kolegija

Pojam i klasifikacija metodologije znanstvenog istraživanja. Pojam i klasifikacija znanstvenih metoda. Induktivna i deduktivna metoda. Metoda analize i sinteze. Metoda apstrakcije i konkretizacije. Metoda generalizacije i specijalizacije. Metoda dokazivanja i opovrgavanja. Metoda klasifikacije. Metoda deskripcije. Metoda kompilacije. Komparativna metoda. Statistička metoda: relevantna obilježja statističkih metoda, metoda uzoraka, grafičko prikazivanje statističkih podataka. Matematička metoda. Metoda modeliranja. Kibernetička metoda. Eksperimentalna metoda. Povijesna metoda. Teorija sustava kao metoda. Aksiomatska metoda. Empirijska metoda. Metoda anketiranja. Metoda promatranja. Metoda brojenja. Metoda mjerenja. Delfi metoda. Ostale znanstvene metode. Tehnologija znanstvenog istraživanja: uočavanje znanstvenog problema i njegova formulacija, postavljanje hipoteze. Kako prikupiti, obraditi i objaviti rezultate istraživanja.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

Ovladavanje različitim metodama znanstvenog istraživanja, posebno onim koje imaju najveću primjenu u geodeziji, geoinformatici i srodnim granama.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja ✓	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje	Terenski rad	Mentorski rad	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit ✓	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi ✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad

Projekt	Kontinuirana provjera znanja ili ocijenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje	Seminarski rad ✓

Literatura

d) obvezna

1. Novak, D.: Profesionalizacija doktorske izobrazbe - vodič za mentore i doktorande. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2016.
2. Zelenika, R.: Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela. Ekonomski fakultet, Rijeka 1998.

e) dopunska

1. Jakobović, Z.: Pisanje i uređivanje stručnih i znanstvenih publikacija, Kiklos – Krug knjige d.o.o., Zagreb, 2013.
2. Silobrčić, V.: Kako sastaviti, objaviti i ocijeniti znanstveno djelo. Medicinska naklada, Zagreb 1998.
3. Žugaj, M. Osnove znanstvenog i stručnog rada. Zagreb r.o. za grafičku djelatnost, Samobor 1989.

f) internetski izvori

Nacionalna i sveučilišna knjižnica http://www.nsk.hr/

Naziv kolegija: MATEMATIČKO-STATISTIČKE METODE U GEODEZIJI

Ime nositelja kolegija: izv. prof. dr. sc. Marko Pavasović

Suradnik u nastavi:

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 2 (P) + 2 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta):** 10

Opis/sadržaj kolegija

Teorija linearne procjene. Stohastički model. Ocjena točnosti veličina iz modela izjednačenja. Lokalni kriteriji za ocjenu točnosti. Globalni kriteriji za ocjenu točnosti. Statistički postupci za otkrivanje grubih i sistematskih pogrešaka. Problematika datuma. Transformacije. Modeli za transformaciju prostornih koordinata. Procjena parametara transformacije.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

Stjecanje znanja i vještina u uporabi matematičko-statističkih metoda u geodeziji.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja ✓	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit ✓	Pismeni ispit ✓	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi ✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad
Projekt	Kontinuirana provjera znanja ili ocijenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

1. Vermeer, M. Physical geodesy. Aalto University School of Engineering Department of Built Environment, Helsinki, Finland, 2020.
2. Vermeer, M. Geodesy, the science underneath. Aalto University School of Engineering Department of Built Environment, Helsinki, Finland, 2019.
3. Vermeer, M. Statistical methods ing geodesy. Aalto University School of Engineering Department of Built Environment, Helsinki, Finland.
4. Ghilani, C. D. & Wolf, P. R. Adjustment computations spatial dana analysis, 4th edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006.

b) dopunska

1. Borre, K. (Ed.): Mathematical Foundation of Geodesy, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.
2. Webster, R., Oliver, M. A. Geostatistics for Environmental Scientists, 2nd Edition, Wiley Library 2008.

c) internetski izvori

dostupni znanstveni radovi

Naziv kolegija: MATEMATIČKO-STATISTIČKE METODE U GEODEZIJI

Ime nositelja kolegija: izv. prof. dr. sc. Ivan Razumović

Suradnik u nastavi:

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 2 (P) + 2 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

Opis/sadržaj kolegija

Teorija linearne procjene. Funkcija procjene, utjecajna funkcija i funkcija zanemarivanja. Modeli robusne procjene parametara. Stohastički model. Određivanje funkcije procjene. Različite procjene. Svojstva robusne procjene. Procjena kvalitete. Ocjena točnosti veličina iz modela izjednačenja. Lokalni kriteriji za ocjenu točnosti. Globalni kriteriji za ocjenu točnosti. Analiza pouzdanosti geodetskih mjerenja. Uvođenje kriterija pouzdanosti. Statistički postupci za otkrivanje grubih i sustavnih pogrešaka. Problematika datuma. Transformacije. Modeli za transformaciju koordinata. Procjena parametara transformacije. Robusna transformacija. Prilagodba uz očuvanje fiksnih točaka. Regresija. Kriging. Funkcije kovarijanci. Kolokacija po najmanjim kvadratima.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

Stjecanje razumijevanja, znanja i vještina u uporabi matematičko-statističkih metoda u geodeziji.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja ✓	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit ✓	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi ✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad

Projekt	Kontinuirana provjera znanja ili ocijenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

1. Rožić, N., Razumović, I.: Geodezija i geokinematika. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb 2024.
2. Niemeyer, W.: Ausgleichungsrechnung. de Gruyter Lehrbuch. Berlin, New York 2002.
3. Teunissen, P J G.: Adjustment theory. Delft University Press 2000.
4. Moriz, H.: Advanced Physical Geodesy, Wichman Verlag, Karlsruhe 1989.

b) dopunska

1. Feil, L.: Analiza pouzdanosti geodetskih mjerenja. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet Zagreb 2001.
2. Rožić, N.: Istraživanja 2005.-2015. – Katedra za analizu i obradu geodetskih mjerenja. Geodetski fakultet, Zagreb, 2015.

c) internetski izvori

1. Znanstveni projekt "Visinska kinematika i dinamika kontinentalne Hrvatske" https://bib.irb.hr/lista-radova?sif_proj=007-0000000-2554&period=2007

Naziv kolegija: FORMALNE METODE U GEOINFORMATICI

Ime nositelja kolegija: prof. dr. sc. Damir Medak

Suradnik u nastavi:

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 2 (P) + 2 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

Opis/sadržaj kolegija

Ontologija i epistemologija prostora. Teorija kategorija. Formalna logika. Teorija baza podataka. Predikatni račun. Prikaz prostornih obilježja i odnosa u predikatnom računu. Binarne topološke relacije: metoda 9 presjeka, poopćenje ravninskog slučaja na trodimenzionalni prostor. Algebarske specifikacije prostornih podataka. Apstraktni tipovi podataka. Funkcionalno programiranje. Objektno programiranje. Klase kao višedimenzionalne algebre u modeliranju tipova prostornih objekata. Algebarski modeli operacija i ponašanje objektnih klasa. Modeliranje sustava i aplikacija. Otvorena specifikacija za interoperabilnost geopodataka. Open Geospatial Consortium (OGC) i ISO TC 211: formaliziranje standarda za prostorne podatke. Jezici za opis geoinformacija.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

Razumijevanje znanstvenih temelja geoinformatike, ovladavanje programskom podrškom za samostalno istraživanje znanstvenih problema vezanih uz prostorne podatke, njihovu semantiku, interoperabilnost, obradu i vizualizaciju.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja ✓	Vježbe ✓	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje✓	Terenski rad	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice ✓	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit ✓	Pismeni ispit ✓	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi ✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit ✓	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad

Projekt	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

1. Haigh, A. (2001): Object-Oriented Analysis & Design, Osborne / McGraw-Hill.
2. Worboys, M. and M. Duckham (2003): GIS – a Computing Perspective, Second Edition. CRC Press.
3. Rugg, D., Egenhofer, M. and W. Kuhn (1997): Formalizing Behavior of Geographic Feature Types. Geographical Systems, Vol. 4, No. 2, 159-179.
4. Egenhofer, M. and J. Herring (1998): Categorizing Binary Topological Relations Between Regions, Lines, and Points in Geographic Databases. Report.

b) dopunska

1. Bartelme, N. (2000): Geoinformatik – Modelle, Strukturen, Funktionen. Treće izdanje. Springer Verlag.
2. Egenhofer, M. (2005): Spherical Topological Relations. Journal on Data Semantics. Vol. 2, 2005.

c) internetski izvori

Web stranice o teoriji geoinformacijskih sustava

www.haskell.org

www.opengis.org

Naziv kolegija: FORMALNE METODE U GEOINFORMATICI

Ime nositelja kolegija: prof. dr. sc. Miodrag Roić

Suradnik u nastavi: doc. dr. sc. Josip Križanović

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 2 (P) + 2 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

Opis/sadržaj kolegija

Ontologija i epistemologija prostora. Teorija kategorija. Formalna logika. Teorija baza podataka. Predikatni račun. Prikaz prostornih obilježja i odnosa u predikatnom računu. Binarne topološke relacije: metoda 9 presjeka, poopćenje ravninskog slučaja na trodimenzionalni prostor. Algebarske specifikacije prostornih podataka. Apstraktni tipovi podataka. Funkcionalno programiranje. Objektno programiranje. Klase kao višedimenzionalne algebre u modeliranju tipova prostornih objekata. Algebarski modeli operacija i ponašanje objektnih klasa. Modeliranje sustava i aplikacija. Otvorena specifikacija za interoperabilnost geopodataka. Open Geospatial Consortium (OGC) i ISO TC 211: formaliziranje standarda za prostorne podatke. Jezici za opis geoinformacija.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

Razumijevanje znanstvenih temelja geoinformatike, ovladavanje programskom podrškom za samostalno istraživanje znanstvenih problema vezanih uz prostorne podatke, njihovu semantiku, interoperabilnost, obradu i vizualizaciju.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja ✓	Vježbe ✓	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje✓	Terenski rad	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice ✓	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit ✓	Pismeni ispit ✓	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi ✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit ✓	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad

Projekt	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

1. Haigh, A. (2001): Object-Oriented Analysis & Design, Osborne / McGraw-Hill.
2. Worboys, M. and M. Duckham (2003): GIS – a Computing Perspective, Second Edition. CRC Press.
3. Rugg, D., Egenhofer, M. and W. Kuhn (1997): Formalizing Behavior of Geographic Feature Types. Geographical Systems, Vol. 4, No. 2, 159-179.
4. Egenhofer, M. and J. Herring (1998): Categorizing Binary Topological Relations Between Regions, Lines, and Points in Geographic Databases. Report.

b) dopunska

1. Bartelme, N. (2000): Geoinformatik – Modelle, Strukturen, Funktionen. Treće izdanje. Springer Verlag.
2. Egenhofer, M. (2005): Spherical Topological Relations. Journal on Data Semantics. Vol. 2, 2005.

c) internetski izvori

Web stranice o teoriji geoinformacijskih sustava

www.haskell.org

www.opengis.org

Naziv kolegija – projekta: Procjena dugotrajnog učinka klimatskih i antropogenih utjecaja na prostorno-vremensku dinamiku vegetacijskog pokrova u Hrvatskoj korištenjem satelitskih opažanja (ALCAR)

Ime nositelja kolegija – projekta: izv. prof. dr. sc. Mateo Gašparović
Suradnici na projektu: prof. dr. sc. Mladen Zrinjski, prof. dr. sc. Robert Župan, dr. sc. Dino Dobrinić, dr. sc. Ivan Pilaš, dr. sc. Damir Klobučar, prof. dr. sc. Mladen Jurišić, dr. sc. Dorijan Radočaj, prof. dr. sc. Geoffrey Henebry, dr. sc. Imelda Somodi

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta

Navedeni projekt i istoimeni kolegij bavi se istraživanjima i razvojem naprednih metoda daljinskih istraživanja s ciljem procjene dugotrajnog učinka klimatskih i antropogenih utjecaja na prostorno-vremensku dinamiku vegetacijskog pokrova korištenjem satelitskih opažanja. Satelitska daljinska istraživanja predstavljaju neizbježan globalni izvor sinoptičkih podataka koji omogućuju retrospektivnu analizu dinamike kopnene površine pod vegetacijom te povezanih biogeofizičkih i biogeokemijskih procesa. Daljinska istraživanja omogućuju prikupljanje dugoročnih opažanja Zemlje, kao i informacije o unutarsezonskoj dinamici vegetacije ili ”fenologiji kopnene površine”. Budući da trenutno ne postoje studije na nacionalnoj razini s vrlo visokom prostornom osjetljivošću na promjene zemljišnog pokrova kao posljedice povijesnih političkih i socioekonomskih trendova, ovim projektom i istoimenim kolegijem upotrijebit će se najnovija dostignuća u suvremenom prediktivnom modeliranju i strojnom učenju. U tom smislu, glavni znanstveno-istraživački ciljevi projekta i istoimenog kolegija su: a) Razviti tehnički okvir, temeljen na dugoročnom promatranju Zemlje i naprednoj obradi podataka, statističkim i algoritmima strojnog učenja, za procjenu prostorno-vremenske dinamike zemljišnog pokrova uslijed institucionalnih promjena i regionalnih utjecaja globalnih promjena okoliša. b) Osigurati rezultate koji omogućuju preciznu procjenu utjecaja, ranjivosti i sposobnosti prilagodbe glavnih tipova vegetacije i klasa uporabe zemljišta (šume, poluprirodna područja i poljoprivredna područja) u regionalnim okruženjima okoliša u Hrvatskoj. c) Razviti sustave ranog upozoravanja za poljoprivredu i šumarstvo temeljene na

meteorološkim podacima gotovo u stvarnom vremenu i kratkoročnim predikcijama fenoloških reakcija. Kroz ovaj projekt jačat će se multidisciplinarnost geodezije i geoinformatike u vidu primjenjivosti novo razvijenih metoda daljinskih istraživanja u različitim znanstvenim područjima poput, šumarstva, agronomije, ekologije i dr.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)
Studenti će nakon uspješno položenog ispita steći znanje naprednih metoda daljinskih istraživanja s ciljem procjene dugotrajnog učinka klimatskih i antropogenih utjecaja na prostorno-vremensku dinamiku vegetacijskog pokrova korištenjem satelitskih opažanja. Znat će samostalno razviti novu naprednu metodu za procjenu dugotrajnog učinka klimatskih i antropogenih utjecaja na prostorno-vremensku dinamiku vegetacijskog pokrova u Hrvatskoj korištenjem satelitskih opažanja. Navedene metode temeljit će se na najnovijim dostignućima i algoritmima: u strojnom (engl. Machine learning) i dubokom učenju (engl. Deep learning), za potrebe prikupljanja i obrade prostornih podataka prikupljenim kamerama (multispektralnim, hiperspektralnim i termalnim), laserskim skenerima (LiDAR), radarima i multisenzorskim sustavima poput SLAM (engl. Simultaneous localization and mapping) uređaja i dr. Navedeni uređaji mogu biti smješteni na različitim platformama poput bespilotnih i autonomnih letjelica, vozila ili podmornica te aviona i satelita. U okviru navedenog kolegija studenti će novorazvijenu metodu publicirati u obliku znanstvenog istraživanja (znanstveni članak, seminar i sl.). Navedeni kolegij se odvija u sklopu Katedre za fotogrametriju i daljinska istraživanja Geodetskog Fakulteta te će studentima biti omogućen istraživački rad na najsuvremenijoj tehnologiji, opremi i podacima u području fotogrametrije i daljinskih istraživanja.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum ✓
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad ✓	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice ✓	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Lillesand, T., Kiefer, R. W., Chipman, J. (2015). Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons.

Jones, H. G., & Vaughan, R. A. (2010). Remote sensing of vegetation: principles, techniques, and applications. Oxford University Press, USA.

Mather, P., Tso, B. (2016). Classification Methods for Remotely Sensed Data. CRC press.

Congalton, R. G., Green, K. (2019). Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. CRC press.

Wolf, P. R., Dewitt, B. A. (2000). Elements of Photogrammetry: with Applications in GIS (Vol. 3). New York: McGraw-Hill.

Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., Boehm, J. (2013). Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging. Walter de Gruyter.

b) dopunska

Wulder, M. A., & Franklin, S. E. (Eds.). (2012). Remote sensing of forest environments: concepts and case studies. Springer Science & Business Media.

Förstner, W., Wrobel, B. P. (2016). Photogrammetric Computer Vision. Springer International Publishing Switzerland.

Liang, S., Wang, J. (Eds.). (2019). Advanced Remote Sensing: Terrestrial Information Extraction and Applications. Academic Press.

Chuvieco, E. (2016). Fundamentals of Satellite Remote Sensing: An Environmental Approach. CRC press.

Pears, N., Liu, Y., Bounting, P. (Eds.). (2012). 3D Imaging, Analysis and Applications (Vol. 3). New York: Springer.

Masser, I. (2005). GIS worlds: creating spatial data infrastructures (Vol. 338). Redlands, CA: Esri Press.

Masser, I. (Ed.). (2019). Geographic Information Systems to Spatial Data Infrastructures: A Global Perspective. CRC Press.

Verma, P., Singh, P., Singh, R., Raghubanshi, A. S. (Eds.). (2020). Urban Ecology: Emerging Patterns and Social-Ecological Systems. Elsevier.

c) internetski izvori

URL 1: https://scholar.google.com/
URL 2: https://www.bib.irb.hr/
URL 3: https://www.researchgate.net/
URL 4: https://arxiv.org/
URL 5: http://apps.webofknowledge.com/
URL 6: https://www.scopus.com/
URL 7: https://www.sciencedirect.com/
URL 8: https://www.mendeley.com/

Naziv kolegija - projekta: **Integracija viševremenskih optičkih i radarskih podataka mikrosatelita za detekciju promjena zemljišnog pokrova (FORMAT)**

Ime nositelja kolegija - projekta: prof. dr. sc. Damir Medak

Suradnici na projektu: izv. prof. dr. sc. Mario Miler, doc. dr. sc. Luka Rumora

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija

U prvom razdoblju projekta planirana je nabavka optičkih i radarskih snimki dobivenih iz mikrosatelita. Naime, za praćenje promjena zemljišnog pokrova na nacionalnoj/regionalnoj razini od iznimne važnosti je visoka vremenska rezolucija snimanja Zemljine površine, što će biti omogućeno korištenjem podataka (radarskih, optičkih) dobivenih iz mikrosatelita. Za navedene satelitske snimke bit će izrađena baza i katalog podataka te će biti korištene kao osnova za detekciju promjena u zemljišnom pokrovu u kasnijoj fazi projekta. Jedan od najvažnijih znanstvenih doprinosa ovog projekta očekuje se u tehnološkom razvoju metodologije za integraciju radarskih i optičkih snimki visoke prostorne i vremenske razlučivosti dobivenih iz mikrosatelita (npr. Planetscope, ICEYE). Navedeni razvoj, testiranje te implementacija metoda u sklopu ovog projekta bit će razvijeni u sklopu uspostavljenog laboratorija za istraživanje satelitskih snimki. Također, prostorno vremenske analize promjena u prostoru koristeći radarske i optičke snimke mikrosatelita glavni su preduvjet za izradu, analizu i procjenu utjecaja klimatskih promjena na nacionalnoj/regionalnoj razini. Nove znanstvene spoznaje očitovat će se upotrebom snimki dobivenih iz mikrosatelita visoke prostorne rezolucije, budući da se do sada većina prostorno vremenskih analiza temeljila na snimkama srednje i niske prostorne rezolucije (npr. Landsat – 30 m; MODIS – 500 m). Na ovaj način, podatci koji bi se unutar ovog projekta prikupljali i analizirali, moguće je koristiti analize promjena zemljišnog pokrova za informiranje javnosti oko kritičnih područja, izradu dnevnih/tjednih/mjesečnih izvješća o stanju zemljišnog pokrova, kao i za izradu održivog prostornog planiranja te mjera učinkovitosti. Nadalje, jedan od važnijih znanstvenih doprinosa koji će proizići iz ovog projekta bit će izrada modela strojnog učenja za detekciju objekata na Zemljinoj površini koristeći radarske i optičke snimke iz mikrosatelita. Razvojem navedenog modela za analizu i obradu prostornih podataka proces praćenja promjena u zemljišnom pokrovu poprimio bi novu razinu. Ljudski segment u okviru provedbe standardnih nadziranih metoda klasifikacije zamijenio bi se automatskim nenadziranim metodama. Na taj način sve dostupne satelitske snimke moguće je upotrijebiti za provedbu prostorni analiza. Stručnjaci su

zaduženi za provedbu analiza i interpretaciju promjena te analizu uzorka promjena u zemljišnom pokrovu.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine) Stjecanje znanja i vještina u području strojnog učenja, umjetne inteligencije u geoinformatici i daljinskim istraživanjima s posebnim naglaskom na radarske snimke.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja ✓	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad ✓	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Ignatenko, V., Laurila, P., Radius, A., Lamentowski, L., Antropov, O., & Muff, D. (2020, September). ICEYE Microsatellite SAR Constellation Status Update: Evaluation of first commercial imaging modes. In IGARSS 2020-2020 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (pp. 3581-3584). IEEE.

Hamunyela, E. , Verbesselt, J. , De Bruin, S. , & Herold, M. (2016). Monitoring deforestation at sub-annual scales as extreme events in landsat data cubes. Remote Sensing , 8 (8). https://doi.org/10.3390/rs8080651

Zhu, X. , Helmer, E. H. , Gao, F. , Liu, D. , Chen, J. , & Lefsky, M. A. (2016). A flexible spatiotemporal method for fusing satellite images with different resolutions. Remote Sensing of Environment , 172, 165–177. https://doi.org/org/10.1016/j.rse.2015.11.016.

b) dopunska

Gašparović, M.; Dobrinić, D.; Medak, D., Analiza prostorne točnosti zračnih i satelitskih snimaka grada Zagreba, Geodetski list, 72 (95), 2018, 1-14

Rumora, L.; Miler, M.; Medak, D. Contemporary comparative assessment of atmospheric correction influence on radiometric indices between Sentinel 2A and Landsat 8 imagery, Geocarto International 2019

Rumora, L.; Gašparović, M.; Miler, M.; Medak, D., Quality assessment of fusing Sentinel-2 and WorldView-4 imagery on Sentinel-2 spectral band values: a case study of Zagreb, Croatia, , International Journal of Image and Data Fusion 11:1, 2020, 77-96

Rumora, L.; Miler,M.; Medak, D. Impact of Various Atmospheric Corrections on Sentinel-2 Land Cover Classification Accuracy Using Machine Learning Classifiers, ISPRS International Journal of Geo-Information (2220-9964) 9 (2020), 4; 277, 23

c) internetski izvori

https://www.intechopen.com/books/geoscience-and-remote-sensing-new-achievements/artificial-intelligence-in-geoscience-and-remote-sensing

https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning

SpaceNet on Amazon Web Services (AWS). "Datasets." The SpaceNet Catalog. Last modified October 1st, 2018. Accessed on [Insert Date]. *https://spacenet.ai/datasets/*

Naziv kolegija - projekta: Urbani toplinski otoci Mediterana i kontinenta Hrvatske (UTOMIKA)

Ime nositelja kolegija - projekta: izv. prof. dr. sc. Andrija Krtalić

Suradnici na projektu: izv. prof. dr. sc. Dubravko Gajski, izv. prof. dr. sc. Vesna Poslončec-Petrić, dr. sc. tech. Iva Cibilić.

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija - projekta

Istraživanja i aktivnosti u sklopu ovog predmeta/projekta provode se u svrhu pronalaženja funkcijske povezanosti svih odabranih parametara koji utječu na stvaranje urbanih toplinskih otoka (UTO) na područjima od interesa (Split i Zagreb). U sklopu tih istraživanja provodit će se metode daljinskih istraživanja na dostupne terestričke, zračne i satelitske snimke u svrhu analize spektralnih potpisa objekata na sceni; izračunavanja spektralnih indeksa (kombiniranjem kanala satelitskih snimki); provođenja klasifikacija digitalnih snimki; računanja površinske temperature tla (eng. LST, *Land Surface Temperature*), okolišnog indeksa kritičnosti (eng. ECI, *Environmental Criticality Indeks*).

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

Samostalno provođenje metoda daljinskih istraživanja na specifičnim zadacima. Odabir vrste podataka za računanje rezultata i analiza tih rezultata u svrhu donošenje odluka o promatranom fenomenu. Samostalan rad i kritičko promišljanje o ulaznim podacima, odabiru metoda daljinskih istraživanja i analiza podataka, kao i rezultatima tih metoda.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum ✓
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit	Esej	Praktični rad ✓
Projekt	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Prema dogovoru s nositeljem predmeta i u ovisnosti o području primjene metoda daljinskih istraživanja.

b) dopunska

Prema dogovoru s nositeljem predmeta i u ovisnosti o području primjene metoda daljinskih istraživanja.

c) internetski izvori

Trenutni članci o problematici UHI-a.

Naziv kolegija – projekta: Standardizacija sustava upravljanja zemljištem (STALAS)

Ime nositelja kolegija – projekta: izv. prof. dr. sc. Hrvoje Tomić
Suradnici na projektu: prof. dr. sc. Siniša Mastelić Ivić, prof. dr. sc. Miodrag Roić, dr. sc. tech. Doris Pivac, doc. dr. sc. Josip Križanović, Lana Ivković, mag. ing. geod. et geoinf.

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta

Sustavi upravljanja zemljištem ključna su infrastruktura za evidentiranje prava, ograničenja i odgovornosti na zemljištu te za provedbu zemljišne politike i održivo gospodarenje prostorom. U Republici Hrvatskoj podaci o zemljištu nalaze se u različitim registrima i informacijskim sustavima, pri čemu razlike u modelima podataka, semantici i načinu vođenja evidencija otežavaju njihovo povezivanje, razmjenu i zajedničku uporabu.

Projekt STALAS (Standardizacija sustava upravljanja zemljištem) usmjeren je na analizu i standardizaciju sustava upravljanja zemljištem primjenom međunarodnog standarda ISO 19152 – Land Administration Domain Model (LADM), s naglaskom na njegovu drugu inačicu. Istražuju se postojeći modeli podataka katastra i zemljišne knjige te mogućnosti oblikovanja nacionalnog profila LADM-a koji omogućuje njihovo usklađivanje, interoperabilnost i praćenje promjena kroz vrijeme.

U istraživačkom dijelu studenti će proučavati konceptualno modeliranje zemljišnih informacija u UML-u, implementaciju modela u relacijskoj prostornoj bazi podataka PostgreSQL/PostGIS te integraciju podataka iz heterogenih izvora. Posebna pozornost posvetit će se prostornim jedinicama, subjektima i pravima na nekretninama, verzioniranju i povijesnim stanjima podataka, metodama katastarske izmjere te povezivanju katastarskih i zemljišnoknjižnih podataka s prostornim planovima i podacima za vrednovanje nekretnina.

Rad će se temeljiti na stvarnim primjerima i pilot-području otoka Hvara, uz analizu slučajeva uporabe: pregled povijesnih stanja, prikaz metoda izmjere, povezivanje podataka o vrednovanju, integracija prostornih planova i oblikovanje jedinstvenog izvatka o nekretnini. Studenti će razvijati i evaluirati vlastite modele i prototipna rješenja te kritički procjenjivati njihovu primjenjivost u nacionalnom sustavu upravljanja zemljištem.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)
• Poznavanje strukture i načela sustava upravljanja zemljištem te njihove uloge u povezivanju katastra, zemljišne knjige i drugih izvora podataka. • Razumijevanje standarda ISO 19152 (LADM), njegove druge inačice i mogućnosti primjene u nacionalnom kontekstu.
• Analiza postojećih modela i tijekova razmjene zemljišnih informacija te prepoznavanje semantičkih i tehničkih prepreka interoperabilnosti.
• Izrada konceptualnih modela podataka i nacionalnog profila primjenom UML-a i LADM-a.
• Projektiranje i korištenje prostornih baza podataka za upravljanje katastarskim i zemljišnoknjižnim informacijama.
• Modeliranje vremenskih promjena i analiza povijesnih stanja podataka o nekretninama.
• Povezivanje zemljišnih evidencija s podacima prostornih planova i vrednovanja nekretnina.
• Razrada i provjera slučajeva uporabe na stvarnim podacima, uključujući izradu jedinstvenog izvatka o nekretnini.
• Kritičko vrednovanje rezultata istraživanja, pouzdanosti izvora podataka i primjenjivosti predloženih rješenja.
• Samostalno istraživanje, prezentacija rezultata te suradnja u interdisciplinarnom istraživačkom okruženju.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice ✓	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

International Organization for Standardization (2024). ISO 19152-1:2024, Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM) — Part 1: Generic conceptual model.

b) dopunska

International Organization for Standardization (2024). ISO 19152-3:2024, Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM) — Part 3: Marine georegulation.

Dale, P. F., & McLaughlin, J. D. (1999). Land Administration. Oxford University Press.
Lemmen, C. (2012). A Domain Model for Land Administration. Netherlands Geodetic Commission.

c) internetski izvori

ISO – međunarodni standardi za geografske informacije: https://www.iso.org
FIG – International Federation of Surveyors, publikacije o LADM-u: https://www.fig.net
UN-GGIM – Framework for Effective Land Administration (FELA): https://ggim.un.org

Naziv kolegija – projekta: Višesenzorski geodetsko-geofizički razvojni okvir za praćenje aktivnih deformacija na području Zagreba (ZG-MOD)

Ime nositelja kolegija – projekta: izv. prof. dr. sc. Marko Pavasović

Suradnici na projektu: izv. prof. dr. sc. Ante Marendić, dr. sc. tech. Zvonimir Nevistić, Antonio Banko, mag. ing. geod. et geoinf., Tedi Banković, mag. ing. geod. et geoinf., Ana Kosor, mag. ing. geod. et geoinf.

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta

Projekt ZG-MOD uspostavit će prvi integrirani geodetsko-geofizički okvir za praćenje aktivnih deformacija na zagrebačkom području, seizmički najaktivnijem urbanom području kontinentalne Hrvatske. Iako je ovo područje od iznimne tektonske i društvene važnosti, recentne deformacije uglavnom su istraživane primjenom pojedinačnih mjernih metoda, što ograničava fizikalnu interpretaciju opaženih signala i slabi temelje za dugoročno praćenje deformacija. Projekt nastoji prevladati navedena ograničenja zajedničkom analizom komplementarnih opažanja pomaka Zemljine površine i promjena gravitacijskog polja unutar jedinstvenog geodinamičkog okvira. Metodologija istraživanja objedinjuje globalne navigacijske satelitske sustave (GNSS), satelitsku radarsku interferometriju (InSAR) i terestričku gravimetriju, uz prethodnu reviziju i dokumentiranje Geodinamičke mreže Grada Zagreba, čime će se osigurati pouzdana opažačka osnova za nove mjerne kampanje. Postojeći GNSS podaci bit će prikupljeni, provjereni i ponovno obrađeni, dok će se u okviru projekta provesti dvije nove epohe kampanjskih mjerenja. Njihovim zajedničkim izjednačenjem odredit će se precizni vektori pomaka i procjene brzina gibanja Zemljine kore. Usporedno s time, primijenit će se hibridni InSAR pristup koji objedinjuje regionalne interferograme COMET-LiCS s izvornom obradom Sentinel-1 SLC podataka nad ključnim urbanim područjima. Time će se omogućiti modeliranje deformacija uz očuvanje regionalne dosljednosti i prostorne osjetljivosti na lokalnoj razini. Gravimetrijska komponenta nadopunit će kinematička opažanja kalibriranim relativnim mjerenjima ubrzanja sile teže, određivanjem vertikalnog gradijenta ubrzanja sile teže te modeliranjem potpunih Bouguerovih i topoizostatskih anomalija s ciljem povezivanja obrazaca površinskih deformacija s raspodjelom masa ispod fizičke površine Zemlje. Očekivani rezultati projekta uključuju katalog točaka TMZG, kinematičke modele temeljene na GNSS i MT-InSAR podacima, karte anomalija Zemljinog polja ubrzanja sile teže, standardizirane protokole mjerenja i obrade podataka te, kao konačni rezultat, integrirani geodinamički model zagrebačkog područja temeljen na GNSS, InSAR i gravimetrijskim

opažanjima. Sa znanstvenog stajališta, projekt će razviti višesenzorsku metodologiju primjenjivu u istraživanjima urbane geodinamike, povećati pouzdanost interpretacije deformacija međusobnom provjerom neovisnih opažanja te uspostaviti novu osnovu za dugoročno praćenje aktivnih tektonskih područja u Hrvatskoj i drugim područjima s usporedivim geodinamičkim obilježjima.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine) Obrada Sentinel-1 snimki: DInSAR, MT-InSAR, dobivanje InSAR pomaka i brzina gibanja Zemljine kore, obrada gravimetrijskih mjerenja, izrada kartografskih prikaza pomaka Zemljine kore i anomalija ubrzanja sile teže.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit	Esej	Praktični rad
Projekt	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

prema preporuci nastavnika

b) dopunska

prema preporuci nastavnika

c) internetski izvori

prema preporuci nastavnika

Naziv kolegija – projekta: Kartografska procjena vodenih rizika u Hrvatskoj korištenjem Aqueduct alata: integrirani pristup urbanim i ruralnim sredinama (KARVAQUR)

Ime nositelja kolegija – projekta: prof. dr. sc. Robert Župan
Suradnici na projektu: Adam Vinković, mag. ing. geod. et geoinf., Marko Matijević, mag. ing. geod. et geoinf.

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta

Cilj kolegija je provedba sveobuhvatne prostorne analize i kartografske vizualizacije vodenih rizika na području Republike Hrvatske korištenjem alata Aqueduct, razvijenog od strane World Resources Institutea. Projekt se temelji na integriranju dostupnih globalnih i nacionalnih podataka s naglaskom na procjenu rizika povezanih s raspoloživošću vode, sušama i opterećenjima u vodoopskrbi. Poseban fokus bit će na razlikama između urbanih i ruralnih sredina, pri čemu će se analizirati osjetljivost i ranjivost pojedinih prostora na različite vrste vodenih rizika. U cilju povećanja točnosti, projekt uključuje terensku validaciju podataka pomoću geodetskih i GIS tehnologija, kao i lokalnih opažanja.

Rezultati analize bit će prikazani kroz tematske i interaktivne karte, kao i kartografski prikaz trendova i kritičnih područja. Izrađeni materijali bit će javno dostupni i namijenjeni za korištenje u planiranju javnih politika, prostornom planiranju, akademskim istraživanjima te od strane lokalnih zajednica. Očekuje se da će projekt doprinijeti boljem razumijevanju i upravljanju vodnim resursima u uvjetima klimatskih promjena te potaknuti razvoj održivih strategija prilagodbe.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

1. Razumijevanje koncepata vodenih rizika (suša, poplava, vodni stres, dostupnost vode) u kontekstu klimatskih promjena.
2. Poznavanje globalnih modela procjene rizika, posebice Aqueduct Water Risk Atlasa (WRI) i njegovih pokazatelja (baseline water stress, seasonal variability, drought risk).Upoznavanje s načelima hidrološkog modeliranja, prostornih analiza i upravljanja vodnim resursima.
3. Poznavanje relevantnih europskih i nacionalnih prostornih baza podataka (CORINE Land Cover, Hrvatske vode, DHMZ, Copernicus).

4. izrada **interaktivnih web karata** i korištenje platformi za vizualizaciju (Leaflet, Mapbox, ArcGIS Online).
5. Kritičko promišljanje o **prostornoj nejednakosti** rizika između urbanih i ruralnih sredina.
6. Razvijanje **analitičkog i evaluacijskog mišljenja** kroz usporedbu modeliranih i stvarnih podataka.
7. Rješavanje problema i inovativno mišljenje u interpretaciji prostornih obrazaca.
8. Prezentacijske i komunikacijske vještine.
9. Samostalnost u radu, odgovornost i točnost u rukovanju znanstvenim podacima.

Studenti će po završetku projekta biti osposobljeni za samostalno provođenje GIS analiza i izradu kartografskih prikaza u području upravljanja vodnim rizicima te će steći znanja i vještine potrebne za uključivanje u istraživačke i stručne projekte iz područja **geoinformatike, kartografije, prostornog planiranja i klimatske prilagodbe.**

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja ✓	Vježbe ✓	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad ✓	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija ✓	✓Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit ✓	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Krvavica, N., Šiljeg, A., Horvat, B., & Panđa, L. (2023). Pluvial Flash Flood Hazard and Risk Mapping in Croatia: Case Study in the Gospić Catchment. Sustainability, 15(2), 1197. https://doi.org/10.3390/su15021197

Krvavica, Nino & Horvat, Bojana & Ružić, Igor & Tadić, Andrea & Roland, Vlatko & Šiljeg, Ante & Marić, Ivan & Šiljeg, Silvija & Domazetović, Fran & Panđa, Lovre & Milošević, Rina & Marinović, Rajko. (2023). Experiences with Pluvial Flood Risk Mapping in Croatia at Multiple Spatial Scales. In Proceedings of the 40th IAHR World Congress, Vienna, Austria (pp. 21-25). 10.3850/978-90-833476-1-5_iahr40wc-p0803-cd.

Kekez, T., Andricevic, R., & Knezic, S. (2022). Flood Risk Modeling under Uncertainties: The Case Study of Croatia. Water, 14(10), 1585. https://doi.org/10.3390/w14101585

Kekez, T., Andricevic, R., & Knezic, S. (2022). Flood Risk Modeling under Uncertainties: The Case Study of Croatia. Water, 14(10), 1585. https://doi.org/10.3390/su15107957

Osman, S. A., & Das, J. (2023). GIS-based flood risk assessment using multi-criteria decision analysis of Shebelle River Basin in southern Somalia. *SN Applied Sciences*, *5*(5), 134.

b) dopunska

Frangeš, S., Župan, R., & Vinković, A. (2021). Geovizualizacija, Sveučilišni udžbenik, Geodetski fakultet, Zagreb

c) internetski izvori

https://www.wri.org/aqueduct

https://www.wri.org/research/aqueduct-global-maps-21-indicators

https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00521-020-05307-6.pdf

https://archive.org/details/geographicinform0000long

https://www.spatialanalysisonline.com/HTML/index.html?introduction_and_terminology.htm

Naziv kolegija – projekta: Primjena naprednih tehnologija za geoinformacijsku podršku održivom gospodarenju zemljištem (AGEOLM)

Ime nositelja kolegija – projekta: izv. prof. dr. sc. Hrvoje Tomić
Suradnici na projektu:

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta

Moderni sustavi gospodarenja zemljištem temeljenim na geoinformacijskim tehnologijama (GIS) omogućuju brže, preciznije i transparentnije donošenje odluka temeljenih na prostornim podacima. Takvi sustavi podupiru provedbu zemljišnih politika usmjerenih na optimalno korištenje ograničenih prostornih resursa i održivu upotrebu zemljišta.

U kontekstu održivog razvoja, gospodarenje zemljištem danas se suočava s izazovima klimatskih promjena, demografskih promjena i rastućih zahtjeva za korištenjem zemljišta. Tradicionalni pristupi, poput komasacije i drugih mjera, zahtijevaju modernizaciju kroz integrirani pristup koji uključuje zaštitu okoliša, održivo upravljanje prirodnim resursima i zadovoljavanje društveno-ekonomskih potreba lokalnih zajednica.

Projekt posebno naglašava razvoj fleksibilnih instrumenata gospodarenja zemljištem koji aktivno uključuju vlasnike zemljišta i ostale dionike. Cilj je osigurati transparentnost procesa, prihvaćanje intervencija i integraciju različitih okolišnih i društvenih čimbenika. Paralelno s tim, istražuju se suvremene metode izmjere, koje koriste kombinacije aktivnih i pasivnih senzora za efikasno prikupljanje i obradu velikih količina podataka. To otvara pitanja optimalne uporabe podataka, pouzdanosti rezultata i automatizacije ažuriranja informacija kroz napredne prostorne analize.

Kroz projekt studenti će razvijati sveobuhvatan geoinformacijski pristup za vrednovanje i optimizaciju gospodarenja zemljištem, s naglaskom na donošenje kvalitetnih, transparentnih i održivih odluka. Očekivani ishodi uključuju primjenu GIS metoda u poljoprivredi, zaštiti okoliša i planiranju prostora, što dugoročno doprinosi održivom razvoju i poboljšanju kvalitete života lokalnih zajednica.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

- Primjena geoinformacijskih tehnologija i prostorne analize u gospodarenju zemljištem.
- Razumijevanje integriranih sustava i modernih metoda upravljanja zemljištem.
- Poznavanje načela održivog razvoja i utjecaja prostornog planiranja na okoliš i zajednicu.

- Prikupljanje i obrada podataka pomoću aktivnih i pasivnih senzora.
- Analiza i interpretacija prostornih podataka za donošenje odluka.
- Integracija okolišnih, društvenih i ekonomskih podataka u planiranje zemljišta.
- Razvijanje fleksibilnih instrumenata i uključivanje dionika u proces odlučivanja.
- Automatizacija i optimizacija prikupljanja i ažuriranja podataka.
- Evaluacija učinkovitosti postojećih sustava i predlaganje poboljšanja.
- Suradnja u interdisciplinarnim timovima i kritičko vrednovanje novih tehnologija.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad ✓	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice ✓	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Larsson, G. (2010). *Land Management as Public Policy*. University Press of America.

Dale, P. F., & McLaughlin, J. (1999). *Land administration*. Oxford University Press.

b) dopunska

Geospatial Science Research Group. (2016). Geographic information science for land resource management. Wiley.

Khan, S., & Ahmad, N. (2019). Sustainable land resources management: An integrated approach. Springer.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). Land consolidation – The fundamentals to guide practice (FIG Publication No. 79). FAO.

Gupta, R., & Sharma, R. (2018). Geospatial technologies in land resources mapping, monitoring and management. Springer

c) internetski izvori

FAO – Remote Sensing and GIS for Sustainable Agriculture and Food Security
Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015). Remote sensing and GIS for sustainable agriculture and food security. FAO. Retrieved from https://openknowledge.fao.org/items/9785fca6-8d4c-4d0d-9610-7c8ae16c6cac

Naziv kolegija – projekta: Praćenje pokreta oka u interaktivnoj kartografiji: Vizualna pažnja i podatkovna pismenost korisnika (GeoVizEyeTrack)

Ime nositelja kolegija – projekta: izv. prof. dr. sc. Ana Kuveždić Divjak
Suradnici na projektu: doc. dr. sc. Marina Viličić, dr. sc. tech. Karlo Kević, Andrea Miletić, mag. ing. geod. et geoinf.

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: c**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta

U digitalnom okruženju u kojem interaktivne kartografske vizualizacije imaju sve važniju ulogu u analizi i komunikaciji prostornih podataka, potrebno je razumjeti kako korisnici različitih razina podatkovne i geopodatkovne pismenosti interpretiraju takve prikaze. Kolegij – projekt se usmjerava na istraživanje tih procesa, s posebnim naglaskom na analizu vizualne pažnje primjenom tehnologije praćenja pokreta oka (eye-tracking) kao alata za razumijevanje percepcije i ponašanja korisnika. Cilj je razvoj empirijski utemeljenih smjernica za dizajn interaktivnih geovizualizacija prilagođenih različitim razinama korisničkih kompetencija.
U okviru kolegij – projekta provodit će se laboratorijski eksperimenti s uporabom visokoprecizne opreme za praćenje pokreta oka i visokovrijednih skupova geopodataka relevantnih za europski kontekst (promet, demografija, okoliš). Prikupljeni podaci analizirat će se kombinacijom klasičnih metrika i metoda strojnog učenja, a rezultati će doprinijeti razvoju inovativnih pristupa evaluaciji kartografskih rješenja, jačanju digitalne podatkovne pismenosti te poticanju interdisciplinarnih istraživanja na sjecištu kartografije, vizualne analitike i interakcije čovjek–računalo.
Kolegij – projekt omogućuje stjecanje znanja i praktičnog iskustva u planiranju, provedbi i analizi eksperimentalnih istraživanja u području interaktivnih geovizualizacija te doprinosi razvoju istraživačkih i metodoloških kompetencija u suvremenoj kartografiji.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)
Polaznik će po završetku kolegija moći:
- prepoznati i objasniti teorijske i metodološke osnove primjene tehnologije praćenja pokreta oka u istraživanjima kartografskih vizualizacija

- planirati, provesti i evaluirati laboratorijske eksperimente primjenom tehnologije praćenja pokreta oka - analizirati i interpretirati podatke o vizualnoj pažnji u kontekstu interaktivnih geovizualizacija - odabrati i primijeniti napredne metode obrade podataka i strojnog učenja u analizi korisničkog ponašanja - razviti i argumentirati smjernice za oblikovanje interaktivnih kartografskih prikaza prilagođenih različitim razinama podatkovne pismenosti

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum ✓
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad	Mentorski rad	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Kiefer, P., Giannopoulos, I., Raubal, M., & Duchowski, A. (2017). *Eye tracking for spatial research: Cognition, computation, challenges.* Spatial Cognition & Computation, 17(1–2), 1–19. https://doi.org/10.1080/13875868.2016.1254634

Fairbairn, D., & Hepburn, J. (2023). *Eye-tracking in map use, map user and map usability research: What are we looking for?* International Journal of Cartography, 9(1), 1–24. https://doi.org/10.1080/23729333.2023.2189064

Krassanakis, V., & Cybulski, P. (2021). *Eye tracking research in cartography: Looking into the future.* ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(6), 411. https://doi.org/10.3390/ijgi10060411

MacEachren, A. M., & Kraak, M. J. (2001). *Research challenges in geovisualization.* Cartography and Geographic Information Science, 28(1), 3–12. https://doi.org/10.1559/152304001782173970

Ooms, K., De Maeyer, P., Fack, V., Van Assche, E., & Witlox, F. (2012). *Interpreting maps through the eyes of expert and novice users.* International Journal of Geographical Information Science, 26(10), 1773–1788. https://doi.org/10.1080/13658816.2011.642801

b) dopunska

European Commission. (2019). *Directive (EU) 2019/1024 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019 on open data and the re-use of public sector information (recast).* Official Journal of the European Union, L 172, 56–83. Dostupno na https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/1024/oj

European Commission. (2020). *A European strategy for data.* Brussels: European Commission (COM(2020) 66 final). Dostupno na https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0066

c) internetski izvori

Tobii Pro Fusion – specifikacije uređaja. (n.d.). *Tobii Pro.* Tobii AB. [Tehnička dokumentacija].

Tobii Academy. (n.d.). *Edukacijski materijali i tutorijali.* Tobii AB. Dostupno na: https://connect.tobii.com/s/welcome-to-tobii-pro-academy?language=en_US

Naziv kolegija – projekta: Monitoring sustava upravljanja zemljištem (MLAS)

Ime nositelja kolegija – projekta: prof. dr. sc. Miodrag Roić
Suradnici na projektu: doc. dr. sc. Josip Križanović, dr. sc. tech. Doris Pivac, prof. emeritus Zdravko Kapović

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta
Projekt Monitoring sustava upravljanja zemljištem (MLAS) usmjeren je na razvoj metodologije za monitoring sustava upravljanja zemljištem i kataloga pokazatelja kojima se mogu prikupljati, analizirati i izvještavati podaci vezani za upravljanje zemljištem.. Glavni ciljevi projekta uključuju razvoj metodologije za provedbu monitoringa sustava upravljanja zemljištem, izradu sveobuhvatnog kataloga pokazatelja koji će omogućiti evaluaciju učinkovitosti i održivosti upravljanja zemljištem te uspostavu baze podataka koja će omogućiti strukturirano prikupljanje i analizu podataka. Poseban naglasak stavljen je na razvoj prototipa izvješća koje će se izrađivati na razini proizvoljne administrativne jedinice, čime će se omogućiti monitoring promjena i donošenje informiranih odluka neovisno o hijerarhiji administrativnih jedinica. Projekt doprinosi uspostavi informacijskog okvira koji povezuje javni sektor, znanost i gospodarstvo, čime se stvara temelj za održiv, informiran i koordiniran razvoj sustava upravljanja zemljištem.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)
Studenti će savladati postojeće metodologije za praćenje kvalitete sustava upravljanja zemljištem u pojedinim upravnim područjima. Analizirati će mogućnosti uvođenja novih pokazatelja na temelju stanja podataka.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓

Radionice ✓	Diskusija	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit	Esej	Praktični rad
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Steudler, Daniel, i Jürg Kaufmann. 2002. Benchmarking Cadastral Systems. 1. izd. FIG, Kopenhagen, Danska.

Svjetska Banka. 2023. Land Governance Assessment Framework. Washington DC, SAD.

Roić, Miodrag. 2016. Implementation of the Land Governance Assessment Framework (LGAF) in the Republic of Croatia, Zagreb, Hrvatska

Chen, Mengying, Peter Van Oosterom, Eftychia Kalogianni, Paula Dijkstra, i Christiaan Lemmen. 2024. „Bridging Sustainable Development Goals and Land Administration: The Role of the ISO 19152 Land Administration Domain Model in SDG Indicator Formalization“. Land 13(4): 491. doi:10.3390/land13040491.

Kara, Abdullah, Chen, Mengying, Peter Van Oosterom, i Christiaan Lemmen. 2024. „Monitoring Indicators of International Guidance Documents and Frameworks through LADM“. U Proceedings of 12th International FIG Land Administration Domain Model and 3D Land Administration Workshop, Kuching, Malaysia: FIG.

Roić, Miodrag. 2012. Upravljanje zemljišnim informacijama Katastar. 1. izd. Sveučilište u Zagrebu Geodetski fakultet, Zagreb, Hrvatska

Roić, Miodrag, Josip Križanović, i Doris Pivac. 2021. „An Approach to Resolve Inconsistencies of Data in the Cadastre“. Land 10(1): 70. doi:10.3390/land10010070.

Križanović, Josip, i Miodrag Roić. 2023. „Modeling Land Administration Data Dissemination Processes: A Case Study in Croatia“. ISPRS International Journal of Geo-Information 12(1): 20. doi:10.3390/ijgi12010020.

b) dopunska

Azadi, Hossein. 2020. „Monitoring Land Governance: Understanding Roots and Shoots“. Land Use Policy 94: 104530. doi:10.1016/j.landusepol.2020.104530.

UN-GGIM. 2020. Framework for Effective Land Administration, Ujedinjeni Narodi, New York, NY, SAD.

c) internetski izvori

URL 1: Svjetska Banka: Doing Business: https://archive.doingbusiness.org/en/doingbusiness (Pristupljeno 6.6.2025.)

URL 2: Svjetska Banka: Business Ready: https://www.worldbank.org/en/businessready (Pristupljeno 6.6.2025.)

Naziv kolegija – projekta: GNSS visokih frekvencija pozicioniranja i utjecaj izvora interferencija na kritičnu PNT infrastrukturu (CRO-KIN-JAM)

Ime nositelja kolegija – projekta: izv. prof. dr. sc. Danijel Šugar
Suradnici na projektu: dr. sc. tech. Zvonimir Nevistić, Petar Jelić, mag. ing. geod. et geoinf.

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski ili engleski prema dogovoru**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski ili engleski prema dogovoru**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta

Nastavno na znanstvena istraživanja kinematičkog ponašanja GNSS stanica iz CROPOS mreže za vrijeme zagrebačkog M5.5 (ožujak 2020) i petrinjskog M6.4 potresa (prosinac 2020), provela bi se dodatna i detaljna istraživanja kinematike GNSS stanica proširujući područje istraživanja primjenom PPK i PPP metoda. Primjenjivost relativne PPK metode uključuje i ispitivanje stabilnosti referentnog okvira primjenom znanstvenog softvera za obradu GNSS opažanja najviše razine pouzdanosti. Budući da GNSS prijamnici iz CROPOS mreže prikupljaju podatke opažanja s intervalom 1 sekunda (1 Hz), primjenom GNSS prijamnika najnovije generacije s mogućnošću veće frekvencije pohranjivanja opažanja istražile bi se mogućnosti procjene kinematičkih efekata potresa primjenom GNSS RTK i PPK metode pri različitim duljima bazne linije. S obzirom na to da nije moguće predvidjeti točnu lokaciju i trenutak nastanka potreba, oscilacije bi se u terenskim uvjetima čistog horizonta i malog izvora multipatha izazvale primjenom umjetnih izvora. Na osnovi rezultata istraživanja i dobivenih novih spoznaja, dale bi se smjernice i preporuke vezano za proširenja koja treba implementirati u permanentnoj GNSS mreža s ciljem prikupljanja opažanja za potrebe određivanja kinematičkog ponašanja potresa najveće moguće frekvencije pozicioniranja.

Nastavno na dosadašnja istraživanja utjecaja prirodnih (ionosfera) i umjetnih (ometanje) interferencija, nastavila bi se istraživanja s ciljem procjene utjecaja ionosfere i pojačanog djelovanja aktivnosti Sunca na RTK metodu mjerenja, ali i VPPS CROPOS-a. Sunce se trenutačno nalazi u silaznom dijelu maksimuma 25. ciklusa kada se još mogu očekivati pojave pomoću Sunčevih baklji, koronarnih izbačaja mase (CME), Sunčeva vjetra i geomagnetskih oluja koji mogu pobuditi ionosferu i utjecati na GNSS mjerenja. Vezano na utjecaj ometača na rad geodetskih GNSS uređaja i različite metode pozicioniranja, nastavit će se istraživanja primjenom ometača različitih karakteristika odaslanih signala kao i dizajniranjem signala ometanja primjenom SDR-a (Software Defined Radio). Istraživanja bi se proširila i na utjecaj umjetne interferencije na rad i izvedbu kritične GNSS infrastrukture (CROPOS) i pripadajućih

servisa (VPPS, GPPS). Na osnovi rezultata istraživanja i dobivenih novih spoznaja definirale bi se smjernice i preporuke u cilju zaštite kritične infrastrukture od djelovanja izvora ometanja što je posebice važno u kontekstu povećanih prijetnji ratnih sukoba i novih načina ratovanja.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)
Stjecanje znanja i vještina u uporabi matematičko-statističkih metoda u geodeziji i geoinformatici.
Sposobnost kritičke analize, evaluacije i sinteze novih kompleksnih ideja;
Sposobnost prezentacije svojih zaključaka i rezultata originalnog istraživanja stručnoj javnosti na jasan način;
Kontinuirano napredovanje u primijenjenom istraživanju i razvoju novih tehnika, ideja i pristupa.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja ✓	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad ✓	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija ✓	Internet	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi ✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit	Esej	Praktični rad
Projekt	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti	Istraživanje	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Bernese GNSS Software Version 5.2, Edited by Rolf Dach, Simon Lutz, Peter Walser, Pierre Fridez, Astronomical Institute, University of Bern, 2015.

Groves, P.D. (2013): Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems, 2nd Edition, Artech House Remote Sensing Library, ISBN 978-1608070053

European GNSS Agency (GSA). GNSS User Technology Report, Issue 3; Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2020; ISBN 978-92-9206-049-7

European Union Agency for the Space Programme (EUSPA), 2025: GNSS and Secure SATCOM - User Technology Report, Issue 1, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-9206-088-6

Handbook of Global Navigation Satellite Systems; Springer Handbooks; Teunissen, P.J., Montenbruck, O., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2017.

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Wasle, E. (2008): GNSS-Global Navigation Satellite Systems (GPS, Glonass, Galileo and more), Springer, Wien, New York.

Position, Navigation, and Timing Technologies in the 21st Century, Jade Morton, Y. T., van Diggelen, F., Spilker, Jr., J., J., Parkinson, B., W., Eds., Volume 1 & 2, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2021.

b) dopunska

Bačić, Ž., Šugar, D., & Nevistić, Z. (2025). The Impact of Signal Interference on Static GNSS Measurements. Geomatics, 5(3), 39. https://doi.org/10.3390/geomatics5030039

Šugar, D., Kliman, A., Bačić, Ž., & Nevistić, Z. (2023). Assessment of GNSS Galileo Contribution to the Modernization of CROPOS's Services. Sensors, 23(5), 2466. https://doi.org/10.3390/s23052466

Van Sickle, J. (2024): GPS and GNSS for Land Surveyors, 5th Edition, CRC Press, Boca Raton, London, New York, ISBN-13 : 978-1032521022.

c) internetski izvori

https://www.gps.gov/

https://www.gsc-europa.eu/

https://glonass-iac.ru/

http://en.beidou.gov.cn/

https://www.gpsworld.com/

https://insidegnss.com/

https://cropos.hr/

Naziv kolegija – projekta: Poboljšanje kvalitete transformacije visinskih podataka (HRTrans)

Ime nositelja kolegija – projekta: izv. prof. dr. sc. Ivan Razumović
Suradnici na projektu: izv. prof. dr. sc. Ivka Kljajić, dr. sc. tech. Blaženka Bukač, Josipa Humski, univ. mag. ing. geod. et geoinf.

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta
Uvođenjem novih državnih referentnih koordinatnih sustava javlja se potreba osiguravanja kontinuiteta uporabe prostornih podataka. Hrvatski transformacijski model visina HTMV temeljna je i službena infrastruktura za transformaciju visinskih podataka između starog HVRS1875 i novog HVRS71 visinskog referentnog sustava Republike Hrvatske. HTMV je realiziran kao grid transformacijski model na temelju zasebnog modeliranja datumskih i distorzijskih komponenti razlika apsolutnih visina. Kreiran je temeljem grida homogene gustoće za cijelo područje Republike Hrvatske. Glavni cilj projekta čine neovisna analiza vanjske točnosti Hrvatskog transformacijskog modela visina na području Republike Hrvatske te poboljšanje kvalitete postojećeg transformacijskog modela implementacijom koncepta hijerarhijskog razlaganja homogenog transformacijskog grida na podgridove manjih dimenzija s manjom veličinom ćelija za pojedina lokalna područja obuhvata modela koja su prilagođena broju i položajnoj raspodjeli repera na području na kojem se nalaze.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)
Stjecanje znanja i vještina u prikupljanju, analizi i modeliranju prostornih podataka. Poseban naglasak stavljen je na primjenu odgovarajućih metodologija otkrivanja tzv. grubih prostornih globalnih i lokalnih pogrešaka u skupovima podataka te na primjenu metodologije kreiranja grid transformacijskih modela najviše točnosti.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓

Radionice	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi ✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit	Esej	Praktični rad
Projekt	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Rožić, N. (2009): Hrvatski transformacijski model visina, elaborat, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Razumović, I. (2014): Analiza transformacije visoke točnosti kao osnove za transformaciju visinskih referentnih sustava, doktorska disertacija, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

b) dopunska

Rožić, N. (2019): Hrvatski visinski referentni sustav, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

GO-ITS (2005): NTv2 (National Transformation Version 2). Government of Ontario Information & Technology Standards (GO-ITS), Document No. 45.2, Version 1.0.

c) internetski izvori

Naziv kolegija – projekta: Razvoj robotiziranog sustava umjeravanja GNSS antena u svrhu povećanja kvalitete satelitskog pozicioniranja (antKAL)

Ime nositelja kolegija – projekta: prof. dr. sc. Mladen Zrinjski
Suradnici na projektu: doc. dr. sc. Antonio Tupek, Krunoslav Špoljar, mag. ing. geod. et geoinf., Karlo Stipetić, univ. mag. ing. geod. et geoinf.

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta

Razvoj tehnologije i automatizacije donosi modernizaciju i u satelitskoj tehnologiji, a svakodnevna potreba za preciznim i točnim globalnim pozicioniranjem postala je svojevrsni imperativ u današnjem modernom svijetu. Uspostava globalnih i regionalnih referentnih sustava, geodinamička i geokinematička istraživanja, veliki infrastrukturni projekti (tuneli, mostovi, prometnice, i dr.) i uspostava nacionalnih referentnih mreža samo su neke od primjena čiji je temelj visokoprecizno geodetsko određivanje položaja globalnim navigacijskim satelitskim sustavima (engl. *Global Navigation Satellite Systems* – GNSS).

Međutim, kvaliteta satelitskog pozicioniranja primarno ovisi o karakteristikama prijama signala antena GNSS prijamnika. Da bi se u potpunosti iskoristila potencijalna točnost faznih GNSS mjerenja, potrebno je poznavanje faznog središta (engl. *phase center*) GNSS antene i njezino individualno umjeravanje. Međutim, standardizirani postupci umjeravanja GNSS antena na međunarodnoj i nacionalnoj razini nedostaju.

Temeljni cilj projekta jest razvoj automatiziranog sustava umjeravanja antena GNSS prijamnika čime će se pridonijeti povećanju kvalitete visokopreciznoga GNSS određivanja položaja. Projekt se temelji na daljnjem razvoju prototipa sustava umjeravanja razvijenog 2024. godine na Sveučilištu u Zagrebu – Geodetskom fakultetu, unaprjeđenju metodologije umjeravanja te proširivanjem sustava da obuhvaća sve globalne navigacijske satelitske sustave (GPS, GLONASS, Galileo i BeiDou).

Rezultati projekta uključuju kompletan i sveobuhvatan sustav umjeravanja GNSS antena koji će pridonijeti povećanju kvalitete satelitskog pozicioniranja, objavljene znanstvene publikacije, međunarodnu suradnju, provedbu doktorskih istraživanja te izradu doktorskih radova mladih istraživača. Nadalje, rezultati projekta pridonose unaprjeđenju znanstvene i nastavne infrastrukture i kapaciteta Geodetskog fakulteta u području umjeravanja geodetskih mjernih senzora i satelitskih tehnologija.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

U okviru projekta student stječe sljedeća znanja i vještine:
- objasniti elektromagnetska svojstva GNSS antena i njihov utjecaj na visokoprecizno geodetsko pozicioniranje,
- objasniti utjecaj pogreške faznog središta GNSS antene na točnost GNSS mjerenja,
- primijeniti računske algoritme i matematičke metode apsolutnog umjeravanja GNSS antena,
- obaviti apsolutna umjeravanja GNSS antena u terenskim uvjetima,
- obraditi i interpretirati podatke faznih mjerenja u okviru umjeravanja GNSS antena,
- analizirati rezultate apsolutnog umjeravanja GNSS antena,
- upravljati i programirati industrijskim robotom u svrhu apsolutnog umjeravanja GNSS antena,
- prezentirati rezultate istraživanja i donijeti odgovarajuće zaključke,
- dati preporuke za buduća umjeravanja GNSS antena metodom apsolutnog umjeravanja.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum ✓
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad ✓	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice ✓	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit ✓	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi ✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Bergstrand, S., Jarlemark, P., Herbertsson, M. (2020): Quantifying errors in GNSS antenna calibrations, Journal of Geodesy, 94, 1–15. doi:10.1007/s00190- 020-01433-0.

Bilich, A., Erickson, B., Geoghegan, C. (2018): 6-axis robot for absolute antenna calibration at the US National Geodetic Survey, in Proceedings of the IGS Workshop 2018, October 29 – November 2, Wuhan, China.

Dawidowicz, K., Rapiński, J., Śmieja, M. i dr. (2021): Preliminary Results of an Astri/UWM EGNSS Receiver Antenna Calibration Facility, Sensors, 21, 4639, 1–14. doi:10.3390/s21144639.

Greiger, A. (1988): Modeling of phase center variation and its influence on GPS positioning, in GPS-Techniques Applied to Geodesy and Surveying, Groten, E., Strauß, R. (Eds.), Springer Berlin, Heidelberg, Germany, 210–222. doi:10.1007/BFb0011339.

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Wasle, E. (2008): GNSS – Global Navigation Satellite Systems, Springer, Wien.

Hu, Z., Zhao, Q., Chen, G., Wang, G., Dai, Z., Li, T. (2015): First Results of Field Absolute Calibration of the GPS Receiver Antenna at Wuhan University, Sensors, 15, 28717–28731.

Kröger, J., Kersten, T., Breva, Y., Schön, S. (2021): Multi-frequency multi-GNSS receiver antenna calibration at IfE: Concept – calibration results – validation, Advances in Space Research, 68, 12, 4932–4947.

Odijk, D., Teunissen, P. J. G. (2016): High-Precision GNSS, in Encyclopedia of Geodesy, Sideris, M. G. (Ed.), Springer, Cham, Switzerland, 1–7.

Riddell, A., Moore, M., Hu, G. (2015): Geoscience Australia's GNSS Antenna Calibration Facility: Initial Results, in Proceedings of the International GNSS Society Symposium (IGNSS 2015), July 14–16, Gold Coast, Australia, 1–12.

Tupek, A. (2024): Razvoj sustava za apsolutno umjeravanje GNSS antena, doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu – Geodetski fakultet, Zagreb.

Tupek, A., Zrinjski, M., Švaco, M., Barković, Đ. (2023): GNSS Receiver Antenna Absolute Field Calibration System Development: Testing and Preliminary Results, Remote Sensing, 2023, 15, 4622,

Tupek, A., Zrinjski, M., Špoljar, K., Stipetić, K. (2025): Experimental Validation of a GNSS Receiver Antenna Absolute Field Calibration System, Remote Sensing, 2025, 17, 64,

Willi, D., Lutz, S., Brockmann, E., Rothacher, M. (2020): Absolute field calibration for multi-GNSS receiver antennas at ETH Zurich, GPS Solutions, 24, 1–15. doi:10.1007/s10291-019-0941-0.

Wübbena, G., Schmitz, M., Menge, F., Böder, V., Seeber, G. (2000): Automated Absolute Field Calibration of GPS Antennas in Real-Time, in Proceedings of the 13th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GPS 2000), September 19–22, Salt Lake City, UT, USA, 2512–2522.

Wübbena, G., Schmitz, M., Boettcher, G., Schumann, C. (2006): Absolute GNSS Antenna Calibration with a Robot: Repeatability of Phase Variations, Calibration of GLONASS and Determination of Carrier-to-Noise Pattern, in Proceedings of the IGS Workshop – Perspectives and Visions for 2010 and beyond, May 8–12, Darmstadt, Germany, 1–12.

Zrinjski, M., Barković, Đ., Matika, K. (2019): Razvoj i modernizacija GNSS-a, Geodetski list, 73 (96), 1, 45–65.

b) dopunska

Baire, Q., Bruyninx, C., Legrand, J. i dr. (2014): Influence of different GPS receiver antenna calibration models on geodetic positioning, GPS Solutions, 18, 529–539.

Krzan, G., Dawidowicz, K., Wielgosz, P. (2020): Antenna phase center correction differences from robot and chamber calibrations: the case study LEIAR25, GPS Solutions, 24, 1–14.

Schröer, K., Albright, L. S., Grethlein, M. (1997): Complete, minimal and model-continuous kinematic models for robot calibration, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Vol. 13, No. 1, 73–85.

Sims, M. L. (1985): Phase Center Variation in the Geodetic TI4100 GPS Receiver System's Conical Spiral Antenna, in Proceedings of the First International Symposium on Precise

Positioning with the Global Positioning System, April 15–19, Rockville, MD, USA, 227–244.

Zeimetz, P. (2010): Zur Entwicklung und Bewertung der absoluten GNSS Antennenkalibrierung im HF-Labor, Ph.D. Dissertation, Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn, Bonn, Germany.

c) internetski izvori

Naziv kolegija – projekta: Primjena spektralnih modela za segmentaciju zemljišnog pokrova - PRISMA

Ime nositelja kolegija – projekta: izv. prof. dr. sc. Mario Miler
Suradnici na projektu: Filip Papić, mag. ing. geod. et geoinf., dr. sc. Dino Dobrinić, Mate Botica, mag. ing. geod. et geoinf.

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta
Projekt i ovaj kolegij je usmjeren na razvoj inovativnih metoda segmentacije zemljišnog pokrova korištenjem satelitskih snimki visoke rezolucije i naprednih modela strojnog učenja. Cilj je poboljšanje točnosti segmentacije različitih vrsta zemljišta i objekata na temelju satelitskih podataka, uključujući urbanih, poljoprivrednih i šumskih zemljišta. Korištenjem viševremenskih snimki PlanetScope satelita, projekt primjenjuje napredne, moderne segmentacijske modele, poput Segment Anything Modela (SAM), koji omogućuju preciznu segmentaciju rasterske snimke. Upotreba postojeće GPU infrastrukture omogućuje učinkovitu obradu velikih količina podataka, dok primjena naprednih modela strojnog učenja za analizu spektralnih podataka osigurava visoku preciznost u izdvajanju različitih vrsta zemljišta. Projekt obuhvaća multidimenzionalnu redukciju vremenskih podataka na različite modele boja (HSV, HSL, HWB, CIELCh), čime se optimizira obrada vremenskih serija satelitskih snimki i omogućuje njihova prilagodba za daljnju analizu u temeljnim modelima za računalni vid poput SAM-a. Ova tehnika smanjuje složenost podataka, pri tome zadržavajući ključne informacije koje su korisne pri segmentaciji, čime se značajno poboljšava točnost u prepoznavanju objekata i značajki na zemljištu. Ovaj pristup gdje se kombiniraju različiti modeli boja sa modernim segmentacijskim modelima, nije još istražen, a pokazuje vrlo perspektivnu upotrebu. Razvijeni sustav omogućit će naprednu segmentaciju zemljišnog pokrova, što stvara nove mogućnosti za primjenu u urbanizmu, poljoprivredi, šumarstvu, te praćenju okoliša i prostornom planiranju.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)
Sudionici projekta steći će napredna znanja iz obrade i analize viševremenskih satelitskih snimki te primjene modela strojnog učenja za automatsku segmentaciju zemljišnog pokrova. Razvit će vještine u harmonizaciji i optimizaciji podataka, implementaciji modela poput

Segment Anything Modela (SAM) te primjeni metoda multidimenzionalne redukcije za povećanje učinkovitosti i točnosti segmentacije.

Osposobit će se za detekciju i klasifikaciju različitih tipova zemljišta, prepoznavanje promjena kroz vrijeme i validaciju rezultata na različitim područjima. Projekt će ih pripremiti za samostalni istraživački rad i razvoj inovativnih metodologija u području geoinformatike, daljinskih istraživanja i umjetne inteligencije.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum ✓
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi ✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Papić, Filip, et al. "Turning Seasonal Signals into Segmentation Cues: Recolouring the Harmonic Normalized Difference Vegetation Index for Agricultural Field Delineation." *Sensors* 25.18 (2025): 5926.

Awad, B., Erer, I. (2025). Boundary SAM: improved parcel boundary delineation using SAM's image embeddings and detail enhancement filters. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, doi: 10.1109/LGRS.2025.3563023.

Dong, Y., Wang, H., Zhang, Y., Du, X., Li, Q., Wang, Y., ... Hu, H. (2025). Accurate Parcel Extraction Combined with Multi-Resolution Remote Sensing Images Based on SAM. Agriculture, 15(9), 976, doi: 10.3390/agriculture15090976.

Gui, B., Bhardwaj, A., Sam, L. (2024). Evaluating the efficacy of segment anything model for delineating agriculture and urban green spaces in multiresolution aerial and spaceborne remote sensing images. Remote sensing, 16(2), 414, doi: 10.3390/rs16020414.

Lavreniuk, M., Kussul, N., Shelestov, A., Yailymov, B., Salii, Y., Kuzin, V., Szantoi, Z. (2025). Delineate Anything: Resolution-Agnostic Field Boundary Delineation on Satellite Imagery. arXiv preprint, doi: 10.48550/arXiv.2504.02534.

Liu, X. (2023). A SAM-based method for large-scale crop field boundary delineation. In 2023 20th Annual IEEE International Conference on Sensing, Communication, and Networking (SECON) (pp. 1-6). IEEE, doi: 10.1109/SECON58729.2023.10287502.

Mahdipour, H., Sharifi, A., Sookhak, M., Medrano, C. R. (2024). Ultrafusion: Optimal fuzzy fusion in land-cover segmentation using multiple panchromatic satellite images. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 17, 5721-5733.

Sun, J., Yan, S., Alexandridis, T., Yao, X., Zhou, H., Gao, B., ... Li, Y. (2024). Enhancing crop mapping through automated sample generation based on segment anything model with medium-resolution satellite imagery. Remote Sensing, 16(9), 1505.

Tao, K., Li, H., Huang, C., Liu, Q., Zhang, J., Du, R. (2025). Extraction of Cropland Based on Multi-Source Remote Sensing and an Improved Version of the Deep Learning-Based Segment Anything Model (SAM). Agronomy, 15(5), 1139, doi: 10.3390/agronomy15051139.

Xu, R., Wang, C., Zhang, J., Xu, S., Meng, W., & Zhang, X. (2023). RSSFormer: Foreground saliency enhancement for remote sensing land-cover segmentation. IEEE Transactions on Image Processing, 32, 1052-1064.

b) dopunska

Liu, S., Xue, Y., Chen, H., Chen, Y., Zhan, T. (2024). Segmentation of Any Fire Event (SAFE): A Rapid and High-Precision Approach for Burned Area Extraction Using Sentinel-2 Imagery. Remote Sensing, 17(1), 54.

Hislop, S., Stone, C., Gibson, R. K., Roff, A., Choat, B., Nolan, R. H., ... Carnegie, A. J. (2023). Using dense Sentinel-2 time series to explore combined fire and drought impacts in eucalypt forests. Frontiers in Forests and Global Change, 6, 1018936.

Ferreira, L. B., Martins, V. S., Aires, U. R., Wijewardane, N., Zhang, X., Samiappan, S. (2025). FieldSeg: A scalable agricultural field extraction framework based on the Segment Anything Model and 10-m Sentinel-2 imagery. Computers and Electronics in Agriculture, 232, 110086, doi: 10.1016/j.compag.2025.110086.

c) internetski izvori

https://segment-anything.com/

https://github.com/facebookresearch/segment-anything

Naziv kolegija – projekta: Napredne metode fotogrametrije i daljinskih istraživanja za praćenje promjena u okolišu (RS4ENVIRO)

Ime nositelja kolegija – projekta: izv. prof. dr. sc. Mateo Gašparović
Suradnici na projektu: prof. dr. sc. Mario Brkić, prof. emeritus Miljenko Lapaine, izv. prof. dr. sc. Mario Uroš, dr. sc. Ivan Pilaš, dr. sc. Dorijan Radočaj

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta

Navedeni projekt i istoimeni kolegij bavi se istraživanjima i razvojem naprednih metoda fotogrametrije i daljinskih istraživanja u svrhu praćenja promjena u okolišu. U današnje vrijeme svjedoci smo sve većih vremenskih promjena. Problemi globalnog zatopljenja i podizanja razine mora jedni su od najvećih globalnih problema u području zaštite okoliša. S jedne strane, razina urbanizacije u gradovima je sve veća, dok se šumska područja sve više eksploatiraju. Na taj način čovjek dodatno utječe na okoliš te samim time dovodi do pogoršanja kvalitete života. Razvoj u okviru ovog projekta i kolegija bit će orijentiran prema automatizaciji postojećih metoda i razvoja novih metoda u svrhu ubrzavanja procesa prikupljanja, obrade, fuzije, klasifikacije i analize prostornih podataka. Metode, znanstveno istraživanje i tehnološki razvoj temeljit će se na podacima dostupnim s različitih platformi poput: satelitskih snimaka, aerofotogrametrijskih snimaka snimljenih iz aviona ili bespilotne letjelice te terestričkih snimaka snimljenih na terenu. Podaci za istraživanje bit će prikupljeni temeljem dostupnih pasivnih senzorskih sustava poput multispektralnih i termalnih kamera te aktivnih senzorskih sustava poput radara i laserskog skenera. Razvoj naprednih metoda prije svega će se temeljiti na procesu fuzije podataka dobivenih različitim senzorima. Na taj se način iskorištavaju prednosti pojedinog tipa podatka. Promjene u okolišu bit će detektirane temeljem prostorno-vremenskih serija satelitskih i zračnih snimaka područja od interesa. Naprednim metodama automatske klasifikacije zemljišnog pokrova prostorno-vremenske serije snimaka klasificirat će se u prostorno-vremenske baze zemljišnog pokrova. U sklopu ovog projekta će se razvijati i dograđivati postojeće platforme i multisenzorski sustavi poput bespilotnih letjelica baziranih na otvorenom pristupu. Bespilotne letjelice pokazale su se kao korisna platforma za fotogrametrijsku izmjeru i provedbu preciznih daljinskih istraživanja u srodnim znanostima poput šumarstva, geologije i poljoprivrede.

Kroz ovaj projekt jačat će se multidisciplinarnost geodezije i geoinformatike u vidu primjenjivosti novo razvijenih naprednih metoda u različitim znanstvenim područjima poput ekologije, šumarstva, geologije, zaštite kulturne baštine, agronomije i dr. Rezultatima istraživanja i prostorno-vremenskim analizama promjena okoliša dat će se smjernice za unaprjeđenje procesa upravljanja okolišem.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine) Studenti će nakon uspješno položenog ispita steći znanje o naprednim metodama fotogrametrije i daljinskih istraživanja u svrhu praćenja promjena u okolišu. Znat će samostalno razviti novu naprednu metodu za automatizaciju procesa u području praćenja promjena u okolišu, baziranu na suvremenim tehnologijama fotogrametrije i daljinskih istraživanja. Navedene metode temeljit će se na najnovijim dostignućima i algoritmima: u strojnom (engl. Machine learning) i dubokom učenju (engl. Deep learning), za potrebe prikupljanja i obrade 3D prostornih podataka prikupljenim kamerama (multispektralnim, hiperspektralnim i termalnim), laserskim skenerima (LiDAR), radarima i multisenzorskim sustavima poput SLAM (engl. Simultaneous localization and mapping) uređaja i dr. Navedeni uređaji mogu biti smješteni na različitim platformama poput bespilotnih i autonomnih letjelica, vozila ili podmornica te aviona i satelita. U okviru navedenog kolegija studenti će novorazvijenu metodu publicirati u obliku znanstvenog istraživanja (znanstveni članak, seminar i sl.). Navedeni kolegij se odvija u sklopu Katedre za fotogrametriju i daljinska istraživanja Geodetskog Fakulteta te će studentima biti omogućen istraživački rad na najsuvremenijoj tehnologiji, opremi i podacima u području fotogrametrije i daljinskih istraživanja.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum ✓
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad ✓	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice ✓	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Lillesand, T., Kiefer, R. W., Chipman, J. (2015). Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons.

Mather, P., Tso, B. (2016). Classification Methods for Remotely Sensed Data. CRC press.

Congalton, R. G., Green, K. (2019). Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. CRC press.

Wolf, P. R., Dewitt, B. A. (2000). Elements of Photogrammetry: with Applications in GIS (Vol. 3). New York: McGraw-Hill.

Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., Boehm, J. (2013). Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging. Walter de Gruyter.

b) dopunska

Förstner, W., Wrobel, B. P. (2016). Photogrammetric Computer Vision. Springer International Publishing Switzerland.

Liang, S., Wang, J. (Eds.). (2019). Advanced Remote Sensing: Terrestrial Information Extraction and Applications. Academic Press.

Chuvieco, E. (2016). Fundamentals of Satellite Remote Sensing: An Environmental Approach. CRC press.

Pears, N., Liu, Y., Bounting, P. (Eds.). (2012). 3D Imaging, Analysis and Applications (Vol. 3). New York: Springer.

Masser, I. (2005). GIS worlds: creating spatial data infrastructures (Vol. 338). Redlands, CA: Esri Press.

Masser, I. (Ed.). (2019). Geographic Information Systems to Spatial Data Infrastructures: A Global Perspective. CRC Press.

Verma, P., Singh, P., Singh, R., Raghubanshi, A. S. (Eds.). (2020). Urban Ecology: Emerging Patterns and Social-Ecological Systems. Elsevier.

c) internetski izvori

URL 1: https://scholar.google.com/
URL 2: https://www.bib.irb.hr/
URL 3: https://www.researchgate.net/
URL 4: https://arxiv.org/
URL 5: http://apps.webofknowledge.com/
URL 6: https://www.scopus.com/
URL 7: https://www.sciencedirect.com/
URL 8: https://www.mendeley.com/

Naziv kolegija - projekta: Izrada koncepta geoinformacijskog skladišta podataka za podršku odlučivanju u očuvanju okoliša (GEOSKLAD)

Ime nositelja kolegija - projekta: izv. prof. dr. sc. Andrija Krtalić

Suradnici na projektu: izv. prof. dr. sc. Dubravko Gajski, izv. prof. dr. sc. Vesna Poslončec Petrić, dr. sc. tech. Iva Cibilić

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija

Velika količina podataka (en. *Big Data*), različitih vrsta i iz različitih izvora, nastaje velikom brzinom u okviru promatranja Zemlje (en. *Earth Observation*). To su podaci o objektima i fenomenima u okolišu. U svrhu bolje iskoristivosti tih podataka, i rezultata njihovih analiza i vizualizacija, za širu upotrebu potrebno ih je pohraniti i strukturirati. To se može provoditi u podatkovnim jezerima (en. *Data Lake*) i skladištima (en. *Data Warehouse*). Podatkovno jezero ili skladište se puni se iz različitih izvora, a različiti korisnici istih podataka mogu ih preuzimati i analizirati za svoje (različite) potrebe. Podatkovna jezera ili skladišta su temelj za uspješno korištenje sustava za potporu odlučivanju o nekom objektu ili fenomenu u različitim područjima ljudskog djelovanja kao što su: stanje urbane vegetacije, urbani toplinski otoci, klizišta i erozije, kakvoća jezerskih voda. Kao nadogradnja takvih skupova podataka dio istraživanja ide u smjeru korištenja aplikacija proširene stvarnosti (en. *Augmented Reality*, AR) i virtualne stvarnosti (en. *Virtual Reality*, VR), kako bi se omogućili dodatni alati za vizualizaciju, prezentaciju i interpretaciju prostornih podataka i rezultata obrada i analiza tih podataka. Cilj projekta je definiranje potreba i kreiranje koncepta za izradu podatkovnog skladišta prostornih podataka kao izvora informacija za sustav za potporu odlučivanju u očuvanju okoliša. U okviru projekta studenti će analizirati ulazne podatke, proizvoditi rezultate obrada metoda daljinskih istraživanja, analizirati i interpretirati, i vizualizirati.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

U okviru ovog projekta svaki polaznik razvija slijedeće kompetencije, u području u kojem vrši istraživanje:

- provođenje prikupljanja prostornih podataka za određenu namjenu,
- validacije i interpretacije ulaznih prostornih podataka,
- obrada i analiza prostornih i (meta)podataka,

- interpretacija i kritički osvrt na polučene rezultate,
- vizualizacija rezultata.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum ✓
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

S obzirom da se radi o izrazito multidisciplinarnom području, literatura ovisi o području daljinskih istraživanja, fotogrametrije i kartografije u kojem pristupnik vrši istraživanja.

b) dopunska

S obzirom da se radi o izrazito multidisciplinarnom području, literatura ovisi o području daljinskih istraživanja, fotogrametrije i kartografije u kojem pristupnik vrši istraživanja

c) internetski izvori

S obzirom da se radi o izrazito multidisciplinarnom području, literatura ovisi o području daljinskih istraživanja, fotogrametrije i kartografije u kojem pristupnik vrši istraživanja

Naziv kolegija - projekta: Prostorno modeliranje urbanih šuma korištenjem LiDAR podataka i otvorenih GIS alata (GeoUrbanBio)

Ime nositelja kolegija - projekta: doc. dr. sc. Luka Rumora

Suradnici na projektu: prof. dr. sc. Damir Medak, doc. dr. sc. Vanja Miljković, dr. sc. Ivan Brkić, Ela Ključarić, mag. ing. geod. et geoinf.

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija

Projekt GeoUrbanBio i istoimeni kolegij planira razvoj znanstveno utemeljene metode za prostorno modeliranje i analizu urbanih šumskih ekosustava korištenjem LiDAR podataka zračnog snimanja Republike Hrvatske i otvorenih GIS alata. U skladu s Uredbom (EU) 2024/1991 o obnovi prirode i ciljevima EU Strategije bioraznolikosti do 2030., projekt integrira napredne tehnike daljinskih istraživanja kako bi definirao prostorne i strukturne parametre urbanih šuma te kvantificirao njihov doprinos ekosustavnim uslugama. Primarni fokus je na razvoju algoritama za detekciju fragmentacije šumskih površina, analizi povezanosti staništa i evaluaciji funkcionalnosti zelene infrastrukture u urbanoj sredini. Kroz sintezu pokazatelja dobivenih iz LiDAR podataka (visina krošnji, gustoća stabala, indeks vegetacijske heterogenosti) i validaciju terenskim podacima, projekt će omogućiti kreiranje digitalnih karata visoke rezolucije za praćenje dinamike biomase i identifikaciju prioritetnih zona obnove. Inovativni pristup uključuje primjenu strojnog učenja za klasifikaciju strukture šuma te modeliranje mikroklimatskih učinaka urbanih toplinskih otoka.

Rezultati projekta doprinijet će znanstvenom razumijevanju interakcija između urbanih ekosustava i klimatskih promjena, dok će razvijeni alati biti dostupni kroz repozitorije, osiguravajući prenosivost metodologije na razini EU. Projekt naglašava interoperabilnost s postojećim sustavima praćenja šuma (npr. Hrvatski šumarski inventar) i usklađenost s INSPIRE standardima.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)

Na ovom kolegiju studenti će steći napredna znanja u prikupljanju, obradi i analizi prostornih podataka, s fokusom na tehnologije poput LiDAR-a i satelitskih snimaka. Naučit će kako harmonizirati višestruke izvore podataka te primjenjivati napredne GIS alate za modeliranje i klasifikaciju urbanih šuma. Osposobit će se za automatiziranu obradu podataka, izradu 3D oblaka točaka, digitalnih modela reljefa, krošnji i površinskog pokrova, te za izračun ključnih

ekoloških pokazatelja. Također, studenti će razviti vještine za izradu tematskih karata i prostornih analiza koje uključuju identifikaciju degradiranih zona i prioritetnih područja za obnovu u urbanim šumama.
Kolegij će ih osposobiti za istraživački rad, uključujući razvoj novih metodologija i objavljivanje rezultata u znanstvenim radovima. Na kraju, studenti će razviti vještine za primjenu razvijenih digitalnih rješenja u različitim urbanim sredinama, čime će doprinijeti održivom upravljanju zelenim površinama i povećanju zelene infrastrukture na globalnoj razini.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum ✓
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad ✓	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice ✓	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi✓

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Ariluoma, M., Ottelin, J., Hautamäki, R., Tuhkanen, E. M., & Mänttäri, M. (2020). Carbon sequestration and storage potential of urban green in residential yards: A case study from Helsinki. Urban Forestry & Urban Greening, 57, Article 126939. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126939

Ayrey, E., Fraver, S., Kershaw, J., Kenefic, L., Hayes, D., Weiskittel, A., & Roth, B. (2016). Layer Stacking: A Novel Algorithm for Individual Forest Tree Segmentation from LiDAR Point Clouds. Canadian Journal of Remote Sensing, 43(1), 16-27. https://doi.org/10.1080/07038992.2017.1252907

Burmeister, J.-M., Richter, R., Reder, S., Mund, J.-P., & Döllner, J. (2024). Tree Instance Segmentation in Urban 3D Point Clouds Using a Coarse-to-Fine Algorithm Based on Semantic Segmentation. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and 3 Spatial Information Sciences, X-4/W5-2024, 79-86. https://doi.org/10.5194/isprs-annals-X-4-W5-2024-79-2024

Münzinger, M., Prechtel, N., & Behnisch, M. (2022). Mapping the urban forest in detail: From LiDAR point clouds to 3D tree models. Urban Forestry & Urban Greening, 74, Article 127637. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127637

Tanhuanpää, T., Vastaranta, M., Kankare, V., Holopainen, M., Hyyppä, J., Hyyppä, H., Alho, P., & Raisio, J. (2014). Mapping of urban roadside trees - A case study in the tree register update process in Helsinki City. Urban Forestry & Urban Greening, 13(3), 562-570. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.03.005

b) dopunska

Cimburova, Z., & Barton, D. (2020). The potential of geospatial analysis and Bayesian networks to enable i-Tree Eco assessment of existing tree inventories. Urban Forestry & Urban Greening, 55, Article 126801. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126801

European Commission. (2023). Proposal for a Directive of the European Parliament and ofthe Council on the access to and use of data held by public sector bodies (Open DataDirective). Brussels: European Commission.

European Commission. (2024). Regulation(EU) 2024/1991 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on naturerestoration. Official Journal of the European Union. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32024R1991

European Parliament & Council. (2007).Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community(INSPIRE). Official Journal of the European Union, L 108/1

Näsi, R., Honkavaara, E., Blomqvist, M., Lyytikäinen-Saarenmaa, P., Hakala, T., Viljanen, N., Kantola, T., & Holopainen, M. (2018). Remote sensing of bark beetle damage in urban forests at individual tree level using a novel hyperspectral camera from UAV and aircraft. Urban Forestry & Urban Greening, 30, 72-83. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.01.010

Shao, J., Habib, A., & Fei, S. (2023). Semantic segmentation of UAV LiDAR data for tree plantation inventory using deep learning. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLVIII-1/W2-2023, 1901-1908. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-1-W2-2023-1901-2023

Gonçalves, J., Pôças, I., Marcos, B., Mücher, C. A., & Honrado, J. P. (2018). SegOptim: A new R package for optimizing object-based image analyses of high-spatial resolution remotely-sensed data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 74, 218-230. https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.11.011

c) internetski izvori

URL 1:Whitebox Tools Documentation - https://www.whiteboxgeo.com

URL 2:LAStools Documentation - https://rapidlasso.com/lastools/

URL 3: https://scholar.google.com/

URL 4: https://arxiv.org/

Naziv kolegija – projekta: Klimatsko jačanje planova obnove prirode u srednjoj i donjoj dunavskoj regiji (CLIMANATRES)

Ime nositelja kolegija – projekta: izv. prof. dr. sc. Mateo Gašparović
Suradnici na projektu: dr. sc. Imelda Somodi

- **Godina/Semestar: 1/I**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 4 (S)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: hrvatski/engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 10**

- **Godina/Semestar: 1/II**
- **Status kolegija (obvezni/izborni): izborni**
- **Broj sati tjedno: 6 (R)**
- **Jezik izvođenja kolegija – projekta: engleski**
- **ECTS bodovi (koeficijent opterećenja studenta): 15**

Opis/sadržaj kolegija – projekta
Navedeni projekt i istoimeni kolegij bavi se istraživanjima i razvojem naprednih metoda modeliranja i kartiranja potencijalne vegetacije, s ciljem identifikacije vrsta i zajednica koje najbolje odgovaraju postojećim i budućim klimatskim uvjetima dunavske regije. Projekt razvija modele i karte prikladnosti staništa te alate za podršku donošenju odluka u planiranju obnove prirode i očuvanju ekoloških koridora. Poseban naglasak stavljen je na kartiranje potencijalne vegetacije koja je klimatski najotpornija i najprilagođenija lokalnim uvjetima, čime se doprinosi dugoročnoj održivosti prirodnih ekosustava. Projekt također obuhvaća praćenje utjecaja klimatskih promjena na okoliš, s posebnim osvrtom na promjene u vegetaciji i vodenim sustavima Dunava. Kroz primjenu suvremenih geoinformatičkih alata, modeliranja i analiza, razvijaju se inovativni pristupi za adaptivno upravljanje prirodnim resursima te planiranje obnove i očuvanja staništa u skladu s klimatskim izazovima.
Kroz ovaj projekt i kolegij jača se multidisciplinarnost područja geodezije, ekologije i geoinformatike, potičući primjenu znanstveno utemeljenih metoda u planiranju i provedbi mjera za klimatski otpornu obnovu prirode u dunavskoj regiji.

Razvijene kompetencije (znanja i vještine)
Studenti će nakon uspješno položenog ispita steći znanja o naprednim metodama modeliranja, kartiranja i analize prostornih podataka u svrhu procjene i planiranja obnove prirodnih staništa u kontekstu klimatskih promjena. Ovladat će tehnikama izrade karata prikladnosti staništa te modeliranja potencijalne vegetacije koja najbolje odgovara klimatskim uvjetima dunavske regije. Steći će kompetencije u korištenju suvremenih geoinformatičkih alata, podataka daljinskih istraživanja i otvorenih podataka programa Copernicus i Europske svemirske agencije. Studenti će znati primijeniti metode strojnog i dubokog učenja za obradu i analizu prostornih i klimatskih podataka u svrhu praćenja promjena u vegetaciji i vodnim sustavima. Kroz praktičan i istraživački rad, studenti će razviti sposobnost integracije podataka različitih senzora (satelitskih, zračnih i terenskih) te izrade modela za klimatski otpornu obnovu prirode

i upravljanje ekološkim koridorima. U okviru kolegija bit će potaknuti na znanstveno-istraživački rad i primjenu razvijenih metoda u interdisciplinarnim projektima iz područja geoinformatike, ekologije i klimatskih znanosti. Navedeni kolegij se odvija u sklopu Katedre za fotogrametriju i daljinska istraživanja Geodetskog Fakulteta te će studentima biti omogućen istraživački rad na najsuvremenijoj tehnologiji, opremi i podacima u području fotogrametrije i daljinskih istraživanja.

Način izvođenja nastave i usvajanja znanja (staviti kvačicu ✓ u odgovarajuća polja)

Predavanja	Vježbe	Seminar ✓	Praktikum ✓
Samostalno istraživanje ✓	Terenski rad ✓	Mentorski rad ✓	Konzultacije ✓
Radionice ✓	Diskusija ✓	Internet ✓	

Obveze studenata (staviti kvačicu ✓ u odgovarajuća polja)

Usmeni ispit	Pismeni ispit	Seminarski rad ✓	Esej	Aktivno sudjelovanje u nastavi

Praćenje nastave i praćenje i ocjenjivanje studenata

Pismeni ispit	Usmeni ispit ✓	Esej	Praktični rad ✓
Projekt ✓	Kontinuirana provjera znanja ili ocjenjivanje aktivnosti ✓	Istraživanje ✓	Seminarski rad ✓

Literatura

a) obvezna

Purkis, S. J., & Klemas, V. V. (2011). Remote sensing and global environmental change. John Wiley & Sons.

Vadrevu, K. P., Le Toan, T., Ray, S. S., & Justice, C. O. (Eds.). (2022). Remote sensing of agriculture and land cover/land use changes in South and Southeast Asian countries. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer.

Lillesand, T., Kiefer, R. W., Chipman, J. (2015). Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons.

Jiricka-Pürrer, A. (2020). Nature based solutions for climate proofing in transport planning and relevant EU regulations.

Mather, P., Tso, B. (2016). Classification Methods for Remotely Sensed Data. CRC press.

Congalton, R. G., Green, K. (2019). Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. CRC press.

Wolf, P. R., Dewitt, B. A. (2000). Elements of Photogrammetry: with Applications in GIS (Vol. 3). New York: McGraw-Hill.

b) dopunska

Khanal, S., Kc, K., Fulton, J. P., Shearer, S., & Ozkan, E. (2020). Remote sensing in agriculture—accomplishments, limitations, and opportunities. Remote Sensing, 12(22), 3783.

Chuvieco, E. (2016). Fundamentals of Satellite Remote Sensing: An Environmental Approach. CRC press.

Masser, I. (Ed.). (2019). Geographic Information Systems to Spatial Data Infrastructures: A Global Perspective. CRC Press.

Verma, P., Singh, P., Singh, R., Raghubanshi, A. S. (Eds.). (2020). Urban Ecology: Emerging Patterns and Social-Ecological Systems. Elsevier.

c) internetski izvori

URL 1: https://scholar.google.com/
URL 2: https://www.bib.irb.hr/
URL 3: https://www.researchgate.net/
URL 4: https://arxiv.org/
URL 5: http://apps.webofknowledge.com/
URL 6: https://www.scopus.com/
URL 7: https://www.sciencedirect.com/
URL 8: https://www.mendeley.com/