Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet

Sveučilišni prijediplomski i diplomski studij Građevinarstvo

Studijski programi s ishodima učenja

Izdavač:

Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet

Uredički kolegij:

prof. dr. sc. Domagoj Damjanović
izv. prof. dr. sc. Petra Gidak

Tehnička urednica:

Petra Gidak

Zagreb, 2024.

OPĆI PODACI

Adresa:	Fra Andrije Kačića Miošića 26
Tel:	+385 1 4639 222
e-mail:	ured.dekana@grad.unizg.hr
url:	https://www.grad.unizg.hr/
OIB:	62924153420
IBAN:	HR0223600001101219412
Matični broj:	3227120

UPRAVA FAKULTETA

Dekan:	prof. dr. sc. Domagoj Damjanović
Prodekanica za nastavu:	izv. prof. dr. sc. Petra Gidak
Prodekanica za znanost:	izv. prof. dr. sc. Ana Baričević
Prodekan za međunarodne odnose i suradnju:	prof. dr. sc. Tomislav Kišiček
Prodekanica za poslovanje i razvoj: .	prof. dr. sc. Danijela Jurić Kaćunić
Tajnica:	Ana Protrka Čičak, dipl. iur.

STUDENTSKA SLUŽBA

Ivana Požgajčić, voditelj	ivana.pozgajcic@grad.unizg.hr
Ana Pripeljaš	ana.pripeljas@grad.unizg.hr
Dolores Validžić	dolores.validzic@grad.unizg.hr

Sadržaj

UVOD 1

Iz povijesti 1

Fakultet danas 3

O nastavi na Fakultetu 4

Sveučilišni prijediplomski studij Građevinarstvo 7

OPĆI DIO 9

ISHODI UČENJA STUDIJSKOG PROGRAMA 10

RASPORED KOLEGIJA PO SEMESTRIMA 11

SADRŽAJI KOLEGIJA S ISHODIMA UČENJA 14

USTROJSTVO STUDIJA 112

Sveučilišni diplomski studij Građevinarstvo 115

OPĆI DIO 116

ISHODI UČENJA STUDIJSKOG PROGRAMA 117

RASPORED KOLEGIJA PO SEMESTRIMA 119

Smjer GEOTEHNIKA 119

Smjer HIDROTEHNIKA 122

Smjer KONSTRUKCIJE 124

Smjer MATERIJALI 126

Smjer ORGANIZACIJA GRAĐENJA 129

Smjer PROMETNICE 132

Smjer TEORIJA I MODELIRANJE KONSTRUKCIJA 135

SADRŽAJI KOLEGIJA S ISHODIMA UČENJA 137

Smjer GEOTEHNIKA 137

Smjer HIDROTEHNIKA 171

Smjer KONSTRUKCIJE 219

Smjer MATERIJALI 273

Smjer ORGANIZACIJA GRAĐENJA 318

Smjer PROMETNICE 363
Smjer TEORIJA I MODELIRANJE KONSTRUKCIJA 409
Zajednički kolegiji 452
USTROJSTVO STUDIJA 463
KAZALO KOLEGIJA 465

UVOD

Iz povijesti

Građevinski fakultet najstarije je i najveće visoko učilište iz znanstvenog polja građevinarstva u Republici Hrvatskoj. Fakultet je sastavnica Sveučilišta u Zagrebu, koje je osnovano 1669. godine.

Povijest studija građevinarstva počinje osnivanjem Tehničke visoke škole koja je upisala prve studente akademske godine 1919. Građevni odjel, tada jedan od odjela četiri odsjeka Tehničke visoke škole, smjestio se na prvom katu preuređene zgrade bivše škole na Rooseveltovu trgu br. 6. Tehnička visoka škola prerasta 1926. godine u Tehnički fakultet u sklopu Sveučilišta u Zagrebu. Tehnički fakultet je 1940. godine preselio u novu zgradu u Ulici fra Andrije Kačića Miošića 26, gdje se studij građevinarstva izvodi i danas.

Godine 1956. Tehnički fakultet razdvaja se na Arhitektonsko-građevinsko-geodetski, Elektrotehnički, Strojarsko-brodograđevni i Kemijsko-prehrambeno-rudarski fakultet.
Arhitektonsko-građevinsko- geodetski fakultet 1962. razdvaja se u tri fakulteta. Ovim razdvajanjem Građevinski fakultet postaje samostalno visoko učilište u sastavu Sveučilišta u Zagrebu. Fakultet se 1977. godine udružuje s Institutom građevinarstva Hrvatske i djeluje kao Fakultet građevinskih znanosti u sklopu novonastalog Građevinskog instituta. Iste godine u sastav Fakulteta ulaze i dvije više građevinske škole, pa počinje izvođenje studija više spreme. Prestankom rada Građevinskog instituta 1. srpnja 1991. godine, Građevinski fakultet, sastavnica Sveučilišta u Zagrebu ponovno djeluje kao samostalno visoko učilište. Valja naglasiti da su od Tehničkog fakulteta, tijekom nekoliko posljednjih desetljeća i nakon nekoliko organizacijskih promjena s uvažavanjem razvoja i značenja novih znanstvenih područja, polja i grana nastali današnji tehnički fakulteti Sveučilišta u Zagrebu (Arhitektonski fakultet, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Fakultet prometnih znanosti, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Geodetski fakultet, Geotehnički fakultet Varaždin, Građevinski fakultet, Grafički fakultet, Metalurški fakultet, Rudarsko-geološko-naftni fakultet i Tekstilno-tehnološki fakultet) koji su okupljeni u Vijeću tehničkog područja Sveučilišta.
Od akademske godine 1997./1998. izdvajanjem stručnih studija sa Sveučilišta osnivaju se veleučilišta te pri Građevinskom fakultetu djeluje Graditeljski odjel Tehničkog veleučilišta u Zagrebu. Graditeljski odjel Tehničkog veleučilišta u Zagrebu potpuno se odvaja od Građevinskog fakulteta 8. srpnja 2003.

Od ustrojavanja studija građevinarstva do danas studijski su se programi više puta inovirali i prilagođavali stvarnim potrebama gospodarstva, mijenjajući nominalno trajanje između četiri i pet godina. Svako je unaprjeđenje studijskih programa značilo upotpunjavanje sadržaja pojedinih kolegija, ali i uvođenje novih, i to kao rezultat novih znanstvenih dostignuća i stručnih spoznaja te prakse vodećih europskih sveučilišta.

Prvi studenti građevinarstva diplomirali su 1923. godine. Na dodiplomskom je studiju do danas diplomiralo oko 7700 studenata, dok ih je oko 2500 završilo preddiplomski (današnji prijediplomski studij), a oko 2200 diplomski studij. Svi su oni postali cijenjeni inženjeri, traženi u domovini i inozemstvu, a mnogi od njih stekli su i međunarodni ugled svojim značajnim ostvarenjima složenih građevinskih objekata ili svojim znanstvenim doprinosom.

Fakultet je akademske godine 1963./1964. započeo izvoditi poslijediplomski znanstveni studij građevinarstva. Do sada je 560 osoba steklo akademski stupanj magistra znanosti, 323 stupanj doktora znanosti, a 57 osoba je završilo specijalistički studij Prva disertacija obranjena je 1922. godine.

Fakultet godinu 1919. smatra godinom svog utemeljenja. Dan Fakulteta obilježava se 21. veljače.

Fakultet danas

Sjedište Fakulteta je u Zagrebu, u Ulici fra Andrije Kačića-Miošića 26. Fakultet djeluje još i u Savskoj cesti 16 (Hidrotehnički laboratorij), te u vrijeme pandemije i iseljenja iz zgrada u Kačićevoj ulici zbog njihove cjelovite obnove, u zgradi na adresi Sv. Duh 129.

Od akademske godine 2024./2025. Fakultet ima trinaest ustrojbenih jedinica: osam zavoda čijim radom upravljaju predstojnici zavoda, jedna samostalna katedra i jedna podružnica, Odjel zajedničkih službi, kojim upravlja tajnik Fakulteta, Knjižnica te Odjel za osiguravanje i unaprjeđivanje kvalitete. Zbog što veće učinkovitosti, poglavito zbog što boljeg znanstvenog i nastavnog rada, u zavodima su ustrojene katedre pod vodstvom pročelnika. Danas na Fakultetu djeluju:

Zavod za geotehniku
- Katedra za mehaniku tla i stijena
- Katedra za geotehničko inženjerstvo

Zavod za hidrotehniku
- Katedra za temeljnu hidrotehniku
- Katedra za vodnogospodarsku hidrotehniku
- Katedra za zdravstvenu hidrotehniku i okolišno inženjerstvo

Zavod za konstrukcije
- Katedra za betonske i zidane konstrukcije
- Katedra za drvene konstrukcije
- Katedra za metalne konstrukcije
- Katedra za mostove

Zavod za matematiku
- Katedra za geometriju i fiziku
- Katedra za matematičke predmete

Zavod za materijale
- Katedra za istraživanje materijala
- Katedra za tehnologiju materijala

Zavod za organizaciju, tehnologiju i menadžment
- Katedra za društvene znanosti
- Katedra za organizaciju građenja
- Katedra za tehnologiju građenja

Zavod za prometnice
- Katedra za ceste
- Katedra za željeznice

Zavod za tehničku mehaniku
- Katedra za mehaniku materijala i ispitivanje konstrukcija
- Katedra za statiku, dinamiku i stabilnost konstrukcija

Samostalna katedra za zgradarstvo

Podružnica Hrvatski centar za potresno inženjerstvo.

Jedinice Odjela zajedničkih službi jesu: Tajništvo sa Studentskom referadom, Računovodstvo, Informatička podrška, Ured za međunarodne odnose i suradnju, Tehnička služba i dva centra (Centar karijera i Centar za projekte, inovacije i transfer tehnologije).

Na Fakultetu radi 213 zaposlenik: 76 nastavnika na znanstveno-nastavnim radnim mjestima (docent, izvanredni profesor, redoviti profesor), 4 nastavnika u nastavnim zvanjima (predavač, viši predavač), 56 asistenata i viših asistenata, 16 stručnih suradnika u nastavi i 77 zaposlenik u nenastavnom osoblju.

Zbog želje za što boljom kvalitetom održavanja nastave po potrebi u nastavi sudjeluju osobe koje nemaju ugovor o radu sklopljen s Fakultetom, ali koji su vrhunski znanstvenici i stručnjaci iz svog područja.

Na Fakultetu studira oko 1500 studenata. U sklopu Fakulteta djeluju Studentski zbor Građevinskog fakulteta.

Za potrebe znanstvenog, nastavnog i stručnog rada opremljeno je šest laboratorija (geotehnički laboratorij, hidrotehnički laboratorij, laboratorij za ispitivanje konstrukcija, laboratorij za materijale i laboratorij za prometnice), izvedena je lokalna računalna mreža, a oprema predavaonica i učionica omogućava izvođenje suvremene multimedijalne nastave. Jedanaest računalnih učionica (četiri za prijediplomski studij i sedam za smjerove diplomskog studija) opremljeno je s oko 200 suvremenih računala. Preko hrvatske akademske mreže CARNET Fakultet je povezan na svjetsku računarsku mrežu Internet.

Fond Knjižnice Fakulteta sačinjavaju slijedeće zbirke: Zbirka knjiga i časopisa AGG fakulteta (oko 26372 sveska knjiga i 2211 svezaka časopisa), Zbirka stare i rijetke knjige - nastale prije 1850. (225 svezaka), Zbirka Varia, Zbirka specijalističkih, doktorskih i magistarskih radova (1273 sveska), Referentna zbirka, Zbirka redova predavanja te Zbirka normi. Osim tiskane građe, Knjižnica posjeduje i digitalne zbirke na Repozitoriju Građevinskog fakulteta na Dabru, te na portalu virtualnih zbirki Sveučilišta u Zagrebu Vizbi.UNIZG.

Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu nabavlja časopise iz ASCE (American Society of Civil Engineers) baze podataka neophodnih za znanstveni rad znanstveno-nastavnog osoblja i studenata Fakulteta – 11 časopisa. Pristup bazi je moguć s bilo kojeg računala unutar računalne mreže Fakulteta. Fakultetu je osiguran pristup elektroničkim bazama podataka s nacionalnom licencijom. Od 2022. godine Fakultet je unaprijedio dostupnost elektroničkih baza podataka aktivno koristeći novi servis digitalne dostave dokumenata RapidILL.

O nastavi na Fakultetu

Krajem devedesetih godina prošloga stoljeća u Europi je započela reforma visokog obrazovanja, poznata kao Bolonjski proces. U taj se proces uskoro uključila i Hrvatska. Svrha je reforme stvaranje privlačnog, učinkovitog i tržištu prilagođenog visokoškolskog sustava. Uz tehnološku i ekonomsku dominaciju SAD-a to znači da je napušten srednjoeuropski sustav visokoga obrazovanja. Novi, bolonjski sustav sveučilišni studij najčešće se dijeli na preddiplomski odnosno prijediplomski i na diplomski stupanj, obično u trajanju od tri i dvije godine. (Iza diplomskoga slijedi poslijediplomski doktorski ili specijalistički studij.) Dok je tradicija srednjoeuropskoga sustava da se studentima daje sloboda u rasporedu i vremenu svladavanja obveza, u bolonjskom su sustavu mnogo strože definirani redoslijed i rokovi njihova ispunjavanja. Treba, međutim, istaknuti da su se na Fakultetu u nekim kolegijima slični postupci provodili već od sedamdesetih godina prošloga stoljeća: kontinuirano praćenje i vrednovanje cjelokupne aktivnosti studenta, od prisustvovanja na nastavi,

njegove aktivnosti na nastavi i samostalnog rješavanja zadataka na vježbama, izrade programa i seminarskih radova do periodičnih provjera znanja na kolokvijima tijekom semestra, tako da su studenti mogli biti oslobođeni i dijela ispita.

Na Građevinskom je fakultetu nastava na preddiplomskom studiju započela u akademskoj godini 2005./2006., a godine 2008./2009. prva je generacija studenata nakon završenoga preddiplomskog upisala diplomski studij. (Dopusnice za izvođenje preddiplomskoga i diplomskog studija izdao je ministar znanosti, obrazovanja i sporta 2. lipnja 2005. godine na temelju članka 51. stavka 2. *Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju*, a na prijedlog Nacionalnog vijeća za visoko obrazovanje. Nakon postupka reakreditacije koji je provela Agencija za znanost i visoko obrazovanje, Dopusnice su obnovljene u studenom 2012. godine.) Prema Zakonu o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti (Narodne novine, broj 119/2022), početkom 2023. godine preddiplomski sveučilišni studij mijenja naziv u sveučilišni prijediplomski studij, a diplomski sveučilišni studij u sveučilišni diplomski studij.

Pri sastavljanju studijskih programa tadašnjeg preddiplomskoga i diplomskog studija poslužili su nastavni programi preddiplomskih i diplomskih sveučilišnih studija građevinarstva nekoliko najvrsnijih sveučilišta Europske unije (Tehničko sveučilište u Delftu u Nizozemskoj, Tehničko sveučilište u Zurichu u Švicarskoj, Tehničko sveučilište u Hannoveru i Sveučilište u Stuttgartu u Njemačkoj, Sveučilište u Trstu i Politehnika u Milanu u Italiji, Imperial College u Londonu i Sveučilište u Glasgowu u Velikoj Britaniji), preporuke za izradu nastavnih programa dvaju velikih europskih projekata vezanih uz definiranje ciljeva visokoškolskog obrazovanja u građevinarstvu (SOCRATES and ERASMUS Thematic Networks: EUCEET – European Civil Engineering Education and Training i E4 – Enhancing Engineering Education in Europe) i preporuke njemačke udruge agencija za akreditaciju visokoškolskih nastavnih programa u građevinarstvu (ASBau – Akkreditirungsverbund für Studinengänge des Bauwesens: Akkreditirung und Qualitätssicherung zeitgemässer Studiengänge des Bauingenieurwesens an deutschen Hochschulen. ASBau e.V., Berlin, 2003).

Sveučilišni prijediplomski studij traje tri godine. Njegovim završetkom studentice i studenti stječu 180 ECTS bodova i akademski naziv sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) inženjer građevinarstva ili sveučilišna prvostupnica (baccalaurea) inženjerka građevinarstva (kratica: univ. bacc. ing. aedif.). Taj je studij jedinstven, bez smjerova, a sastavljen je od temeljnoga (prirodoslovno-matematički i temeljni tehnički kolegiji) i glavnog dijela (struci usmjereni kolegiji koji pokrivaju sve grane građevinarstva i nekoliko kolegija izvan područja građevinarstva, ali s primjenama u građevinarstvu) uz terensku nastavu i završni ispit, te studentima pruža znanstvenu i stručnu osnovu za nastavak obrazovanja na diplomskom studiju, a onima koji se odluče zaposliti nakon prvog stupnja obrazovanja daje stručna znanja potrebna za vođenje manjih građevinskih projekata, dimenzioniranje manjih građevinskih konstrukcija na statička opterećenja i sudjelovanje u planiranju, projektiranju, građenju i nadziranju većih građevinskih zahvata te u održavanju složenih građevina.

Znanja potrebna za obavljanje visokostručnih poslova u različitim granama građevinarstva (planiranje, projektiranje, građenje, nadziranje i održavanje složenih građevinskih konstrukcija, zahvata i sustava) i temelje za razvojna i znanstvena istraživanja studenti stječu na jednom od sedam smjerova sveučilišnog diplomskog studija: geotehnika (G), hidrotehnika (H), konstrukcije (K), materijali (M), organizacija građenja (OG), prometnice (P) te teorija i modeliranje konstrukcija (TMK). Diplomski je studij dvogodišnji, a završetkom se stječe 120 ECTS bodova i akademski naziv sveučilišni magistar inženjer građevinarstva ili sveučilišna magistra inženjerka građevinarstva (kratica: univ. mag. ing. aedif.). Uz zajedničke matematičke i društveno-humanističke predmete studenti slušaju temeljne stručne i stručne predmete kojima se ostvaruju specijalizacije. Osim obveznih kolegija

studenti, ovisno o interesu, upisuju i izborne predmete kojima mogu proširiti stručna znanja (i to ne samo u grani odabranoga, nego i drugih smjerova), ali i znanja iz matematike, fizike i stranoga jezika (s naglaskom na struku).

Nakon što je nastava na svim godinama preddiplomskog i diplomskog studija izvedena barem jedanput, započela je analiza uočenih problema, nedostataka i potreba za promjenama. Na redovitim sjednicama Fakultetskog vijeća u travnju i u svibnju 2011. godine prihvaćeni su prijedlozi izmjena i dopuna studijskih programa preddiplomskog i diplomskog studija. Od akademske godine 2012./2013. nastava se na prvoj, a od godine 2013./2014. i na drugoj godini diplomskoga studija izvodi po izmijenjenom i dopunjenom studijskom programu, dok se na preddiplomskom studiju nastava po „novom" programu počela izvoditi u akademskoj godini 2013./2014. Nove su izmjene i dopune svih smjerova sveučilišnog diplomskog studijskog programa Građevinarstvo prihvaćene na redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća u ožujku 2021. godine. Prema ovim manjim izmjenama i dopunama (do 20 %) izvodi se nastava na diplomskom studiju od akademske godine 2021./2022.

Jedan je od ciljeva reforme prema preporukama bolonjske deklaracije usklađivanje studija u različitim zemljama Europe i ostvarenje usporedivosti stečenih akademskih stupnjeva uz istodobno uvažavanje različitosti. To bi trebalo smanjiti administrativne prepreke i olakšati zapošljavanje u drugim zemljama, na cijelom europskom prostoru, kao i upisivanje poslijediplomskih studija na drugim sveučilištima. Značajan korak u tom smjeru su međunarodne akreditacije s European-Accredited Engineering Programme (EUR-ACE) oznakama koje je prijediplomskom i diplomskom studijskom programu dodijelila njemačka akreditacijska agencija za studijske programe iz područja tehničkih znanosti, informatike, prirodoslovlja i matematike ASIIN (Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Naturwissenschaften und der Mathematik e.V.) u ožujku 2012. godine. Nakon postupka reakreditacije koji je proveden u 2018. godini akreditacija ASIIN produžena je do rujna 2024. godine.

Sveučilišni prijediplomski studij Građevinarstvo

OPĆI DIO

Trajanje studija

Tri godine sa 180 ECTS bodova.

Uvjeti upisa na studija

Svi srednjoškolski programi u trajanju od četiri godine, uz položenu državnu maturu.

Režim studija

Ustrojava se i izvodi po semestrima kao redovni studij.

Kriteriji i uvjeti prijenosa ECTS bodova

Studentima se priznaje broj ECTS bodova prema odredbama studijskog programa Fakulteta bez obzira na vrijednost ECTS bodova koje kolegij ima na matičnom studijskom programu.

Uvjeti pod kojima studenti koji su prekinuli studij ili su izgubili pravo studiranja na jednom studijskom programu mogu nastaviti studij

Studenti koji su prekinuli studij, studij mogu nastaviti uz uvjet usklađivanja s programom u koji se upisuju.

Studenti koji su izgubili pravo studiranja na nekom drugom studijskom programu mogu nastaviti ovaj studij uz uvjet usklađivanja ECTS bodova koje su ostvarili sa studijskim programom Fakulteta.

Akademski naziv koji se stječe završetkom studija

Sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) inženjer građevinarstva / sveučilišna prvostupnica (baccalaurea) inženjerka građevinarstva – kratica univ. bacc. ing. aedif.

Isprava o završenom studiju

Nakon završenog sveučilišnog prijediplomskog studija studentu se izdaje diploma (u tiskanom i digitalnom obliku, na hrvatskom i engleskom jeziku) kojom se potvrđuje završetak studija i stjecanje akademskog naziva.

Uz svjedodžbu studentu se izdaje i dopunska isprava (*diploma supplement,* u tiskanom i digitalnom obliku, na hrvatskom i engleskom jeziku) o studiju kojom se potvrđuje koje je ispite položio, s kojom ocjenom te koliko je ostvario ECTS bodova.

Diplomski studiji koje bi student mogao pratiti nakon završetka ovog studija

- sveučilišni diplomski studij građevinarstva na Fakultetu ili takav studij na ostalim sveučilištima u Hrvatskoj i svijetu,
- stručni diplomski studij građevinarstva na ustanovama koje održavaju takav studij,
- s manjim ili većim dodatnim studijskim obvezama sveučilišni diplomski ili stručni diplomski studiji drugih tehničkih struka u Hrvatskoj ili inozemstvu.

ISHODI UČENJA STUDIJSKOG PROGRAMA

Osoba koja je završila studij može:

(ZNANJE I RAZUMIJEVANJE)

- prepoznati i opisati inženjerske probleme,
- prepoznati interakciju između projektiranja, građenja, marketinga, zahtjeva korisnika i uklanjanja građevine,
- razumjeti utjecaje građevinarstva na društvo i okolinu,

(PRIMJENA ZNANJA I RAZUMIJEVANJA)

- primjenjivati znanja iz matematike, znanosti i tehnologije u građevinarstvu,
- pripremati i provoditi eksperimente te analizirati i interpretirati rezultate,
- koristiti se uobičajenim računarskim alatima za provedbu proračuna i simulacija,
- projektirati konstrukcije na osnovnoj razini,
- dimenzionirati manje građevinske konstrukcije na statička opterećenja,

(DONOŠENJE ZAKLJUČAKA, SUDOVA I ODLUKA)

- kritički ocjenjivati argumente, pretpostavke, koncepte i podatke pri donošenju odluka te rješavati inženjerske probleme na kreativan način,

(KOMUNIKACIJA, PREZENTACIJE I RAD U TIMU)

- sudjelovati kao suradnik u planiranju, projektiranju, izvođenju, nadziranju i održavanju većih građevinskih zahvata,
- voditi manje građevinske zahvate,
- razmjenjivati informacije, ideje, probleme i rješenja sa stručnim i laičkim osobama,
- surađivati u stručnim skupinama i prilagođavati se zahtjevima radne okoline,
- koristiti se uobičajenim računarskim alatima za izradu dokumenata, prezentacija i internet-stranica,

(VJEŠTINE UČENJA I ETIKA)

- primijeniti stečena znanja i navike u daljnjem stručnom i akademskom obrazovanju,
- prilagođavati se promjenama u tehnologiji i metodama rada u sklopu cjeloživotnog obrazovanja,
- pokazati moralni i etički stav u rješavanju inženjerskih problema.

RASPORED KOLEGIJA PO SEMESTRIMA

1. godina, 1. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predavanja	Seminar	Vježbe	
1	Izborni kolegij	Uvod u graditeljstvo Povijest graditeljstva	30	0	0	3
2	Matematika 1.		60	0	60	9
3	Deskriptivna geometrija		30	0	45	6
4	Osnove inženjerske informatike		15	0	30	3
5	Matematički programi za inženjere		15	0	15	2
6	Geodezija		30	0	30	4
7	Tjelesna i zdravstvena kultura 1.		0	0	30	-
7	Izborni kolegij	Sociologija rada i profesionalna etika Sociology of work and professional ethics Osnove prava za građevinare Poslovna ekonomija Engleski jezik u građevinarstvu 1. Njemački jezik u građevinarstvu 1.	30	0	0	3
	Ukupno		**210**	**0**	**210**	**30**

1. godina, 2. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predavanja	Seminar	Vježbe	
1	Matematika 2.	60	0	45	8
2	Fizika	60	0	15	6
3	Mehanika 1.	30	0	30	5
4	Visokogradnje	45	0	45	7
5	Poznavanje materijala	30	0	15	4
6	Tjelesna i zdravstvena kultura 2.	0	0	30	-
	Ukupno	**225**	**0**	**180**	**30**

2. godina, 3. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predavanja	Seminar	Vježbe	
1	Vjerojatnost i statistika		30	0	30	4
2	Otpornost materijala 1.		45	0	45	7
3	Mehanika tekućina		45	0	30	6
4	Mehanika 2.		30	0	30	5
5	Izborni kolegij	Gradiva	30	0	30	5
		Osnove tehnologije betona				
6	Hidrologija		30	0	15	3
7	Tjelesna i zdravstvena kultura 3.		0	0	30	-
	Ukupno		**210**	**0**	**210**	**30**

2. godina, 4. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predavanja	Seminar	Vježbe	
1	Izborni kolegij	Primijenjena geologija	30	0	0	3
		Zaštita okoliša				
2	Otpornost materijala 2.		45	0	30	5,5
3	Građevna statika 1.		60	0	45	7,5
4	Uvod u konstruktorsko inženjerstvo		30	0	0	2
5	Mehanika tla		45	0	30	5
6	Izborni kolegij	Opskrba vodom i odvodnja 1.	30	0	15	4
		Zaštita voda				
7	Građevinska regulativa		30	0	0	3
8	Tjelesna i zdravstvena kultura 4.		0	0	30	-
	Ukupno		**270**	**0**	**150**	**30**

3. godina, 5. semestar

Kolegi			Ukupno sati			ECTS
			Predavanja	Seminar	Vježbe	
1	Betonske i zidane konstrukcije 1		60	0	45	6,5
2	Mehanika stijena		45	0	30	6
3	Ceste		45	0	30	6
4	Izborni kolegij	Tehnologija građenja visokogradnja	30	0	0	3
		Tehnologija građenja niskogradnja				
5	Izborni kolegij	Građevna statika 2.	30	0	30	4,5
		Numeričko modeliranje konstrukcija		4	26	
6	Željeznice		30	0	15	3
	Ukupno		**240**	**0**	**150**	**29**
				4	**146**	

3. godina, 6. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predavanja	Seminar	Vježbe	
1	Organizacija građenja		45	0	45	6,5
2	Metalne konstrukcije		30	0	15	4
3	Mostovi		30	0	15	4
4	Izborni kolegij	Drvene konstrukcije	30	0	15	4
		Lagane konstrukcije				
5	Hidrotehničke građevine		45	0	0	3,5
6	Terenska nastava		0	0	45	3
7	Završni ispit					6
	Ukupno		**180**	**0**	**135**	**31**

SADRŽAJI KOLEGIJA S ISHODIMA UČENJA

1. godina, 1. semestar

Obvezni kolegiji

MATEMATIKA 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 9

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 60
- vježbe (auditorne): 60

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o diferencijalnom i integralnom računu,
- stjecanje osnovnih znanja iz linearne algebre koje će studenti poslije koristiti.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- srednjoškolska matematika, osnovna znanja o vektorima, nizovima i funkcijama.

Ishodi učenja kolegija:
- poznavanje osnovnih činjenica i teorema o vektorima i analitičkoj geometriji u prostoru,
- usvajanje temeljnih znanja o matričnom računu, s posebnim naglaskom na linearne sustave jednadžbi i svojstvene vrijednosti,
- poznavanje osnovnih činjenica o nizovima i redovima,
- razumijevanje osnova diferencijalnog računa i njegovih primjena,
- razumijevanje osnova integralnog računa i njegovih primjena.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Vektori [6]
  2. Analitička geometrija u prostoru [4]
  3. Matrice, linearni sustavi jednadžbi, svojstvene vrijednosti [10]
  4. Nizovi i redovi [4]
  5. Realne funkcije realne varijable, uvod [8]
  6. Diferencijalni račun, neprekidnost, limes, derivacija, primjene [10]
  7. Integralni račun, neodređeni integral, određeni integral, primjene integrala, nepravi integrali [16]
- Vježbe (auditorne):
  1. Vektori [4]
  2. Analitička geometrija u prostoru [6]
  3. Matrice [10]
  4. Nizovi i redovi [4]
  5. Funkcije, uvod [10]
  6. Diferencijalni račun [10]
  7. Integralni račun [16]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje predavanjima i vježbama,
- 2 kolokvija: ostvariti barem po 25% bodova; popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokvij: oni koji ostvare barem po 60% bodova oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- za one koji ostvare barem 60% bodova na kolokvijima, kolokviji 60%, usmeni ispit 40%,
- za ostale, pismeni ispit 50%, usmeni ispit 50%.

Obvezna literatura:

1. Došlić, T., Sandrić, N.: Interna skripta dostupna na: http://www.grad.unizg.hr/_download/repository/T._____Doslic%2C_N._Sandric%3B_Matematika_1.pdf

Preporučena literatura:

1. Kurepa, S.: *Matematička analiza I*, Zagreb: Tehnička knjiga, 1989.
2. Kurepa, S.: *Uvod u linearnu algebru*, Zagreb: Školska knjiga, 1978.
3. Pauše, Ž.: *Matematički priručnik*, Zagreb: Školska knjiga, 2003.
4. Došlić, T., Sandrić, N.: *Matematika I*, interna skripta.

DESKRIPTIVNA GEOMETRIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 45 (auditorne: 15, konstrukcijske-projektantske: 30)

Ciljevi kolegija:

- produbljivanje teorijskih znanja o geometrijskim objektima i njihovim odnosima,
- razvijanje sposobnosti prostorne percepcije,
- razvijanje sposobnosti konstruktivnog rješavanja prostornih problema pomoću ravninskih prikaza i interpretacije prostorne situacije na temelju ravninskog prikaza.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanje srednjoškolskog programa matematike.

Ishodi učenja kolegija:

- usvojeni principi ortogonalnog i kosog paralelnog projiciranja,
- usvojeni principi 3D modeliranja u CAD programu,
- sposobnost rješavanja prostornih i ravninskih problema,
- sposobnost primjene geometrijskih znanja u graditeljstvu.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Ravninske krivulje i transformacije [4]
  2. Mongeova metoda projiciranja [12]

3. Aksonometrijske metode [2]
4. Računalni CAD-program [2]
5. Presjeci ploha [2]
6. Prodori ploha [2]
7. Kotirana projekcija [6]

- Vježbe (auditorne):
  1. Ravninske krivulje i transformacije [2]
  2. Mongeova metoda projiciranja [6]
  3. Aksonometrijske metode [1]
  4. Računalni CAD-program [1]
  5. Presjeci ploha [1]
  6. Prodori ploha [1]
  7. Kotirana projekcija [3]
- Vježbe (konstrukcijske – u crtaonici ili kompjutorskoj učionici):
  1. Ravninske krivulje i transformacije [4]
  2. Mongeova metoda projiciranja [14]
  3. Aksonometrijska slika objekta [2]
  4. Presjeci ploha [2]
  5. Prodori ploha [2]
  6. Kotirana projekcija [6]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada 6 programa,
- 2 kolokvija: riješiti najmanje 35%; 2 popravna kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje zadaća i programa,
- ocjenjivanje kolokvija: studenti koji riješe barem 60% oslobađaju se pisanog ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni dio ispita.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- zadaće i programi 20%, kolokviji ili pisani dio ispita 60%, usmeni dio ispita 20%.

Obvezna literatura:

1. I. Babić, S. Gorjanc, A. Sliepčević, V. Szirovicza: *Nacrtna geometrija – zadaci*, HDGG, Zagreb, 2007.
2. S. Gorjanc: *Predavanja iz Deskriptivne geometrije*, (web skripta) http://www.grad.hr/sgorjanc/Links/deskriptiva/plan.html
3. V. Szirovicza, E. Jurkin: *Deskriptivna geometrija*, CD-ROM, HDGG i GF, Zagreb, 2005.

Preporučena literatura:

1. I. Babić, K. Horvat-Baldasar: *Nacrtna geometrija*, Sand, Zagreb, 1997.
2. V. Niče: *Deskriptivna geometrija*, Školska knjiga, Zagreb, 1997.

OSNOVE INŽENJERSKE INFORMATIKE

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 15
- vježbe (auditorne): 15

Ciljevi kolegija:

- ostvariti temeljnu informatičku pismenost,
- osigurati osnovna informatička znanja i vještima potrebna za izvršavanje nastavnih obveza koje uključuju rad na računalu na ostalim kolegijima.

Ishodi učenja kolegija:

- osposobiti se za temeljna korištenja operativnih sustava, elektronske pošte i Interneta,
- ovladati 2D tehnikama tehničkog crtanja u CAD alatu,
- ovladati temeljnim funkcionalnostima uredskih alata,
- upoznati se s ulogom informacijskih i komunikacijskih tehnologija u graditeljstvu, te smjerovima razvoja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje [1]
  2. Inženjerska informatika – što je to? [5]
  3. Metode modeliranja i model proizvoda [1]
  4. Building Information Model (BIM) [3]
  5. Internet [1]
  6. Sigurnost na internetu [2]
- Vježbe (auditorne):
  1. Uvodne vježbe za CAD alat [1]
  2. CAD alat [6]
  3. Revit [7]
  4. CAD/Revit [1]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% prisutnosti na predavanjima,
- 100% prisutnosti na vježbama,
- 2 kolokvija: 60% bodova na svakoj svakom kolokviju.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ulazni kolokvij CAD – oslobođenje od vježbi iz CAD alata,
- izlazni kolokvij CAD po završetku auditornih vježbi,
- izlazni kolokviji po odrađenom e-modulu Revit,
- popravni kolokvij,
- zadaća – izrada inženjerskog nacrta.

Obvezna literatura:

1. R. Kučinac, I. Borovec: *Osnove računala i Windows XP*, Miš, 2002.
2. Z. Vičić, *Internet ukratko*, Miš, 2002.
3. E. Finkelstein: *AutoCAD 2002 biblija*, Miš, 2002.

Preporučena literatura:

1. Gladfelter, D.: AutoCAD 2011 i AutoCAD LT 2011, Kompjutor biblioteka, 2011.
2. Autodesk Revit 2020: Fundamentals for Architecture; https://www.ascented.com/courseware/product/revit-2020-fundamentals-for-architecture

MATEMATIČKI PROGRAMI ZA INŽENJERE

Bodovna vrijednost (ECTS): 2

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 15
- vježbe (projektantske u računalnoj učionici): 15

Ciljevi kolegija:

- osposobljavanje za primjenu računalnih programa u rješavanju matematičkih zadataka,
- razvijanje sposobnosti logičkog zaključivanja,
- stjecanje osnovnih znanja iz programiranja.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanje srednjoškolskog programa matematike.

Ishodi učenja kolegija:

- student je sposoban rješavati matematičke probleme pomoću računala,
- student razumije što je programiranje i sposoban je napisati jednostavni program,
- student je sposoban primijeniti stečena znanja i vještine u kolegijima viših godina.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno o matematičkim programima [1]
  2. Vizualizacija funkcija i podataka u računalnom programu [2]
  3. Numerički i simbolički račun u računalnom programu [3]
  4. Osnove programiranja [4]
     - 4.1. Tipovi podataka, varijable, konstante, naredbe
     - 4.2. Petlje i grananja
     - 4.3. Funkcije
     - 4.4. Složeni tipovi (nizovi, liste, rječnici). Izvedeni tipovi
  5. Vizualno programiranje i parametarsko modeliranje [5]
- Vježbe (u kompjutorskoj učionici):
  1. Aritmetičke operacije, elementarne funkcije, polinomi, definiranje funkcija, grafovi funkcija [1]
  2. 2D i 3D grafika [2]
  3. Vektori i matrice [1]
  4. Jednadžbe, sustavi jednadžbi, nejednadžbe [1]
  5. Limesi, derivacije, integrali [1]
  6. Tipovi podataka, varijable, naredbe, petlje, grananja [3]
  7. Vizualno programiranje i parametarsko modeliranje [4]
- Kolokviji:
  1. obuhvaća numerički i simbolički račun i vizualizaciju,
  2. obuhvaća osnove programiranja.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 40% bodova; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje kolokvija: na kolokvijima ostvareno
  - ukupno 40-59% bodova – ocjena dovoljan (2),
  - ukupno 60-74% bodova – ocjena dobar (3),
  - ukupno 75-89% bodova – ocjena vrlo dobar (4),
  - ukupno 90-100% bodova – ocjena izvrstan (5).

Obvezna literatura:

1. K. Fresl: *Radni listovi MPZI_ **, http://sage.grad.hr
2. *Sage PREP Tutorials*, http://sagemath.org/doc/prep/index.html.
3. M. O'Sullivan, R. Rosenbaum, D. Monarres: *Sage Tutorial*, http://www-rohan.sdsu.edu/~mosulliv/Courses/sdsu-sage-tutorial/index.html.

Preporučena literatura:

1. *SymPy Tutorial*, http://docs.sympy.org/0.7.2/tutorial.html.
2. G. van Rossum: *The Python Tutorial*, http://docs.python.org/2/tutorial/.

GEODEZIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe 30 (auditorne: 10, projektantske: 10, terenske: 10)

Ciljevi kolegija:

- upotrijebiti stečena znanja u konkretnim realizacijama projekata – suradnja građevinskih i geodetskih stručnjaka,
- osposobiti studente za timski rad.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih svojstava trigonometrijskih funkcija,
- poznavanje osnova infinitezimalnog računa (derivacije i integrali),
- poznavanje osnova rada na računalu: obrada teksta, tablično računanje, osnovni grafički programi.

Ishodi učenja kolegija:

- znati analizirati i koristiti geodetske podloge: karte i planove različitih mjerila,
- razumjeti ulogu geodetskih radova u graditeljstvu u pojedinim fazama projektiranja,
- primijeniti stečena znanja pri izradi projektne dokumentacije i realizaciji konkretnih projektnih zadataka,
- analizirati i prepoznati važnost geodetskih radova pri različitim projektnim zadacima i potrebu angažiranja geodetskih stručnjaka,
- znati načine ishođenja geodetske dokumentacije potrebne za projektiranja i prenošenja projekata na teren,
- izvoditi jednostavnije geodetske zadatke na terenu.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Oblik i veličina Zemlje i njezino preslikavanje na karte i planove [2]
  2. Geodetski instrumenti. Osnovna geodetska mjerenja: duljina, kutova i visinskih razlika [2]
  3. Osnove teorije pogrešaka i računa izjednačenja [2]
  4. Koordinatni sustavi u geodeziji. Državni koordinatni sustav [2]
  5. Osnovni geodetski radovi. Položajne geodetske mreže [2]
  6. Visinske geodetske mreže. Metode određivanja visina [2]
  7. Kartografija. Mjerila geodetskih planova i karata. Kartometrija [2]
  8. Računanje površina i kubatura na osnovu mjerenih veličina i podataka dobivenih s geodetskih podloga: planova i karata različitih mjerila [2]
  9. Geodetske metode izmjere zemljišta: klasične, fotogrametrijske, satelitske [2]
  10. Prostorne baze podataka. Geoinformacijski sustavi – GIS [2]
  11. Sadržaj katastra i zemljišne knjige [2]
  12. Geodetski radovi pri projektiranju i građenju [2]
  13. Geodetski radovi u pojedinim granama građevinarstva [2]
  14. Određivanje pomaka i deformacija objekata različitim geodetskim metodama [2]
  15. Suvremene geodetske metode u građevinarstvu [2]
- Vježbe (auditorne):
  1. Koordinatni račun. Računanje smjernih kutova, horizontalnih kutova, duljina, površina i kubatura iz koordinata točaka. Prvi i drugi geodetski zadatak [2]
  2. Određivanje visinskih razlika geometrijskim i trigonometrijskim nivelmanom. Određivanje visina objekata na osnovu mjerenih veličina. Nagib terena. Uzdužni profil i poprečni profili prometnica [2]
  3. Geodetske metode snimanja detalja. Primjeri iz prakse [2]
  4. Teorija pogrešaka i račun izjednačenja. Primjeri za direktna i posredna mjerenja [2]
  5. Prostorne baze podataka. Primjeri GIS-a bazirani na geodetskim podacima [2]
- Vježbe (terenske):
  1. Mjerenje horizontalnih i vertikalnih kutova te kosih duljina (teodolit, mjerna stanica) u trokutu [5]
  2. Određivanje visinskih razlika geometrijskim i trigonometrijskim nivelmanom. Određivanje visina objekata na osnovu mjerenih veličina [5]
- Vježbe (projektantske):
  1. Računanje kutova i duljina u trokutu primjenom trigonometrijskih funkcija. Računanje površina analitičkom i trigonometrijskom metodom. Računanje visinskih razlika i visina točaka geometrijskim i trigonometrijskim nivelmanom [5]
  2. Kartomerija: očitavanje koordinata za 4 točke sa karte mjerila 1: 5000. Numeričko računanje smjernih kutova, horizontalnih kutova, duljina, površina i kubatura iz koordinata točaka očitanih sa karte. Izraditi uzdužni profil i poprečne profile za dionicu prometnice ucrtane na kartu, na osnovu duljina i visina očitanih sa karte. Izračunati nagib terena za pojedine dionice trase [5]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- Ispravno i točno predani 1. i 2. projektni zadatak
- prisustvo na vježbama i predavanjima

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 2 projektna zadataka
- 2 kolokvija

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- dva kolokvija (ili pismeni ispit) – minimalno 60% za prolaz.

Obvezna literatura:

1. Barković, Đ., Zrinjski, M.: *Terenska mjerenja*, skripta Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2015.
2. Bilajbegović, A., Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H.: *Osnovni geodetski radovi, suvremene metode,* GPS; Tehnička knjiga, Zagreb, 1991.
3. Kapović, Z.: *Geodezija u niskogradnji*, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2010.
4. Pribičević, B., Medak, D.: *Geodezija u građevinarstvu*, V.B.Z. d.o.o., Zagreb, 2003.

Preporučena literatura:

1. Benčić, D., Solarić, N.: *Mjerni instrumenti i sustavi u geodeziji i geoinformatici*, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
2. Frančula, N.: *Kartografske projekcije*, skripta, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2000.
3. Janković, M.: *Inženjerska geodezija II*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1982.
4. Macarol, S.: *Praktična geodezija*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1985.

TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): -

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 0
- vježbe 30

Ciljevi kolegija:

- …

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- …

Ishodi učenja kolegija:

- ….

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Košarka
  2. Odbojka
  3. Futsal
  4. Rukomet
  5. Stolni tenis
  6. Badminton

7. Streljaštvo
8. Klizanje
9. Pješačke ture

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- tijekom semestra student mora prisustvovati na 30 sati vježbi na odabranom programu ili na više odabranih programa.
- djelomično oslobođenje može se dobiti temeljem potvrde zdravstvenog oslobođenja od Zavoda za javno zdravstvo ili sportsko oslobođenje preko potvrde od sportskih klubova ili Olimpijskog odbora.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ispit se ne polaže.

Izborni kolegiji

UVOD U GRADITELJSTVO

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- da uvede i zainteresira studente za struku njihova budućeg zvanja – graditeljstvo,
- da omogući studentima da već na početku studija počnu svoje usmjeravanje u neki dio graditeljstva, odnosno smjer na kasnijim godinama studija.

Ishodi učenja kolegija:

- studenti će steći temeljit uvid u veoma opsežnu i sveprisutnu ljusku djelatnost – graditeljstvo,
- studenti će naučiti i ponijeti dalje razlaganje graditeljskih djelatnosti na sastavnice,
- studenti će naučiti što je element, što je oblik, kako ih prepoznati i povezati, dati im smisao i važnost u razmjerima koje zaslužuju,
- studenti će znati ocijeniti pojedina dostignuća te ih vrednovati u kontekstu ukupnih ostvarenja na području graditeljstva.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod: temeljni pojmovi i temeljni zahtjevi [2]
  2. Povijesni osvrt [2]
  3. Graditeljski poziv [1]
  4. Strukture u prirodi [1]
  5. Nosivi elementi građevine [2]
  6. Gradiva [1]
  7. Metode građenja [1]
  8. Konstrukcije [2]
  9. 1. kolokvij [2]
  10. Prometnice [2]
  11. Hidrotehničke i geotehničke građevine [2]
  12. Kako nastaje građevina [2]
  13. Održivi razvoj i digitalizacija u graditeljstvu [1]
  14. Gospodarenje građevinama[1]
  15. Propisi i norme [1]
  16. Etika inženjerskog poziva [1]
  17. Osobiti dometi u graditeljstvu [1]
  18. Dosezi hrvatskog graditeljstva [1]
  19. 2. kolokvij [2]
  20. Popravni kolokvij [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- minimalno 75 % prisutnosti na predavanjima.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 2 kolokvija: studenti koji na svakom kolokviju riješe 53% ili više oslobađaju se pismenog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 53%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- kolokviji ili pisani dio ispita 50%, usmeni ispit 50 %

Obvezna literatura:
1. J. Radić: *Uvod u graditeljstvo,* HAZU, Zagreb, 2016.
2. Materijali s predavanja objavljeni u sustavu Merlin.

POVIJEST GRADITELJSTVA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:
- upoznati studente s razvojem graditeljstva, naročito sa stajališta razvoja konstruktivnih rješenja i materijala

Ishodi učenja kolegija:
Nakon uspješno savladanog kolegija studenti će moći
- pratiti stručnu literaturu te primjenjivati stečena znanja u daljnjem usavršavanju,
- koristiti stečena znanja u inženjerskim analizama i metodologiji rada,
- razlikovati pretpostavke, argumente i rješenja u inženjerskom radu,
- oblikovati i kreativno primijeniti stečena znanja u praksi,
- prezentirati stručne teme.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje – umjetnost građenja i povijest graditeljstva [2]
  2. Graditeljstvo kao samostalni proces, konstruktivni elementi, povijesna uvjetovanost oblika [2]
  3. Graditeljstvo Mezopotamije i Egipta [2]
  4. Graditeljstvo Egeje i Grčke [2]
  5. Graditeljstvo Rima [2]
  6. Graditeljstvo kasne antike i ranog kršćanstva [2]
  7. Graditeljstvo Srednjeg vijeka: predromanika, romanika i gotika [2]
  8. Novi vijek I. – humanizam i renesansa [2]
  9. Novi vijek I. – barok i klasicizam [2]
  10. Novi vijek II. – temelji nove arhitekture [2]
  11. Sadašnjost, strujanja i tendencije [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- pohađanje nastave,

- 2 kolokvija: ostvariti najmanje 25% na svakom; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:
- kolokviji.

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- pisani i usmeni.

Obvezna literatura:
1. Bašić S., Miloš I., Vezilić N.: Interna skripta i separati predavanja.

Preporučena literatura:
1. Muller W., Vogel G.: *Atlas arhitekture 1 & 2*, Golden marketing, Zagreb, 1999.
2. Jason, H. W.: *Povijest umjetnosti*, Stanek d.o.o., 2004.
3. Addis, B.: *Building: 3000 Years of design engineering and construction*, Phaidon, 2007.

SOCIOLOGIJA RADA I PROFESIONALNA ETIKA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:
- Temeljni cilj nastave je osposobljavane budućih građevinskih inženjera za rješavanje međuljudskih problema na radnom mjestu. Zbog toga predmet Sociologija rada pruža uvid u osnovna znanja iz psihologije i sociologije primijenjenih na problematiku rada. Cjelokupno gradivo prilagođeno je specifičnostima građevinske struke. Dok se drugi kolegiji na Građevinskom fakultetu prvenstveno bave tehnologijom građevinarstva, ovaj predmet treba osposobiti građevinske inženjere da uspješno upravljaju ljudima, da adekvatno formiraju radne grupe, te da budu u stanju formirati pozitivne međuljudske odnose na radnom mjestu, što u konačnici omogućava značajno povećanje produktivnosti rada. Uz to, kolegij daje osnovna znanja iz problematike profesionalne etike. Kroz diskusije sa studentima analizirat će se povezanosti između poslovne efikasnosti i poštivanja principa poslovne etike.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- srednjoškolsko znanje iz kolegija iz područja društvenih znanosti

Ishodi učenja kolegija:
- poznavanje suvremenih trendova u radu;
- poznavanje pravilnih metoda selekcije radnika;
- poznavanje metoda motiviranja radnika;
- poznavanje temeljnih principa profesionalne etike građevinskih inženjera.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje [2]
  2. Temeljnih pojmovi iz sociologije rada [2]
  3. Povijest rada [2]
  4. Klasične teorije o organizaciji rada [2]

5. Eksperimenti Eltona Maya [2]
6. Odabir radnika [2]
7. Radna motivacija, nagrađivanje i kažnjavanje radnika [2]
8. Radna karijera [2]
9. Specifičnosti rada u građevinarstvu [2]
10. Profesionalizam [2]
11. Profesionalna i poslovna etika [2]
12. Etika studiranja, etika znanstvenog rada [2]
13. Etika građevinskih inženjera, završno predavanje [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje na najmanje 11 predavanja,
- položen 1. kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra: dva kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra: pisani ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- aktivnost na nastavi i redovno dolaženje na nastavu: 10 %,
- 1. kolokvij: 30 %, 2. kolokvij: 60 %.

Obvezna literatura:

1. Antić, Miljenko: *Sociologija rada i profesionalna etika,* Elektronski udžbenik, 2016.

Preporučena literatura:

1. Haladin, Stjepan: *Tehnologija i organizacija: uvod u sociologiju rada i organizacije*. Zagreb: Društvo za organizaciju građenja Republike Hrvatske, 1993.
2. Jennings, Marianne M. 2006. Business Ethics: Case Studies and Selected Readings. Eagan, USA: Thomson West.
3. Haladin, Stjepan i Miljenko Antić. 2004. Društvene znanosti u obrazovanju građevinskih inženjera, Građevinar 56 (11), Zagreb, str. 690-692.
4. Vecchio, Robert P. 2003. Organizational behavior: core concepts. Mason, Ohio: Thomson/South-Western.
5. Dienhart, John W. 2000. Business, Institutions and Ethics: A Text with Cases and Readings. Oxford University Press.
6. Dessler, Gary. 2005. Human Resource Management. Upper Saddle River, USA: Pearson Education.
7. Kendall, Dina. 2002. Sociology in Our Times: The Essentials. Belmont, USA: Wadsworth.
8. Miller, D.C. i V.H. Form. 1966. Industrijska sociologija. Zagreb: Panorama.
9. Taylor, Frederick Winslow. 1967. Naučno upravljanje. Beograd: Rad.
10. Šporer, Željka. 1990. Sociologija profesije: ogled o društvenoj uvjetovanosti profesionalizacije. Zagreb: Sociološko društvo Hrvatske.
11. Parkinson, C. Northcote i M.K. Rustomji. 1984. Biblija za menadžere. Zagreb: Privredni vjesnik.

SOCIOLOGY OF WORK AND PROFESSIONAL ETHICS

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- Temeljni cilj nastave je osposobljavane budućih građevinskih inženjera za rješavanje međuljudskih problema na radnom mjestu. Zbog toga predmet Sociologija rada pruža uvid u osnovna znanja iz psihologije i sociologije primijenjenih na problematiku rada. Cjelokupno gradivo prilagođeno je specifičnostima građevinske struke. Dok se drugi kolegiji na Građevinskom fakultetu prvenstveno bave tehnologijom građevinarstva, ovaj predmet treba osposobiti građevinske inženjere da uspješno upravljaju ljudima, da adekvatno formiraju radne grupe, te da budu u stanju formirati pozitivne međuljudske odnose na radnom mjestu, što u konačnici omogućava značajno povećanje produktivnosti rada. Uz to, kolegij daje osnovna znanja iz problematike profesionalne etike. Kroz diskusije sa studentima analizirat će se povezanosti između poslovne efikasnosti i poštivanja principa poslovne etike.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- srednjoškolsko znanje iz kolegija iz područja društvenih znanosti

Ishodi učenja kolegija:

- poznavanje suvremenih trendova u radu;
- poznavanje pravilnih metoda selekcije radnika;
- poznavanje metoda motiviranja radnika;
- poznavanje temeljnih principa profesionalne etike građevinskih inženjera.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Introduction
  2. Definition of basic terms
  3. History of work
  4. Classical theories about the organization of work
  5. Elton Mayos experiment
  6. Selection of workers
  7. Work motivation
  8. Rewarding and punishing of workers
  9. Working career
  10. Professionalism
  11. Professional and buisness ethics
  12. Ethics of studying and scientific ethics
  13. Buisness ethic and profit
  14. Ethics of civil engineers, final lecture

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje na najmanje 11 predavanja,
- položen 1. kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra: dva kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra: pisani ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- aktivnost na nastavi i redovno dolaženje na nastavu: 10 %,
- 1. kolokvij: 30 %, 2. kolokvij: 60 %.

Obvezna literatura:

1. Antić, Miljenko: *Sociology of work and professional ethics,* Elektronski udžbenik, 2016.

Preporučena literatura:

1. Jennings, Marianne M.: *Buisness Ethics: Case Studies and Selected Readings*, Eagan, USA: Thomson West, 2006.
2. Vecchio, Robert P.: *Organizational behavior: core concepts*, Mason, Ohio: Thomson/South-Western, 2003.
3. Dienhart, John W.: *Business, Institutions and Ethics: A Text ith Cases and Readings*, Oxfort University Press, 2000.
4. Dessler, Gary: *Human Resource Management, Upper Saddle River*, USA: Pearson Education, 2005.
5. Kendall, Dina: *Sociology in Our Times: The Essentials*, Belmont, USA: Wadsworth, 2022.

OSNOVE PRAVA ZA GRAĐEVINARE

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- upoznati i naučiti studente osnovama javnog (prostorno uređenje i gradnja) i privatnog prava (stvarno i obvezno).

Ishodi učenja kolegija:

- poznavanje i razumijevanje osnova pravnog sustava,
- poznavanje i razumijevanje osnova stvarnog prava,
- poznavanje i razumijevanje osnova obveznog prava,
- poznavanje i razumijevanje osnova prostornog uređenja,
- poznavanje i razumijevanje osnova gradnje.

Sadržaj kolegija :

- Predavanja:
    1. Uvodno predavanje o sadržaju kolegija [2]
    2. Osnovna pitanja vezana uz strukturu prava [4]
    3. Statusna pitanja – fizičke i pravne osobe [2]
    4. Pravni poslovi [2]
    5. Stvarno pravo – posjed [2]
    6. Stvarno pravo – pravo vlasništva [2]
    7. Stvarno pravo – pravo vlasništva i zemljišne knjige [2]
    8. Stvarna prava na tuđoj stvari [2]
    9. Obvezno pravo – opći dio [2]
    10. Obvezno pravo – ugovori [2]

11. Katastar, prostorno uređenje, gradnja [4]
12. Osnovna poglavlja radnog prava [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- pohađanje nastave i položen kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:
- kolokvij.

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- pisani ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- uspjeh na kolokviju.

Obvezna literatura:
1. Rajčić, D., Nikšić, S.: *Uvod u građevinsko prava*, sveučilišni udžbenik, HSN Zagreb 2008.
2. Zakon o gradnji („Narodne novine“ br. 153/13).
3. Zakon o prostornom planiranju („Narodne novine“ br. 153/13).

Preporučena literatura:
1. Odgovarajući propisi

POSLOVNA EKONOMIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o povijesti i razvoju ekonomske znanosti,
- upoznavanje s pojmom poduzeća, poslovanjem poduzeća, rezultatima poslovanja te okruženjem u koje poduzeće djeluje.

Ishodi učenja kolegija:
- opisati razvoj ekonomije kao znanstvene discipline te nabrojiti najvažnije ekonomske teoretičare kroz povijest,
- definirati vrste poduzeća, ograničenja i načela poslovanja poduzeća te samo poslovanje poduzeća kroz proces reprodukcije i poslovnih sredstava,
- razlikovati troškove poslovanja, cijene i kalkulacije,
- interpretirati pokazatelje rezultata poslovanja,
- analizirati poslovno okruženje poduzeća i faktore koji utječu na poslovanje poduzeća.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje [2]
  2. Pojmovi i povijest ekonomske znanosti [2]
  3. Osnove procesa reprodukcije [2]
  4. Poslovna sredstva [2]
  5. Troškovi [2]
  6. Cijene i kalkulacije [2]

7. Rezultati poslovanja [2]
8. Poduzeće – pojam i vrste [2]
9. Poslovno okruženje poduzeća [2]
10. Faktori djelovanja na poslovanje poduzeća [2]
11. Faktori djelovanja na poslovanje građevinskih poduzeća [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanja predavanja: više od 75%,
- 3 kolokvija: na svakom treba ostvariti najmanje 25% bodova,
- napisati esej.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- uspješno napisan esej,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju dobiju najmanje ocjenu 3 oslobađaju se pisanog dijela ispita, studenti koji na svakom kolokviju dobiju ocjene 4 ili 5 oslobađaju se ispita u cijelosti.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokviji 80%, esej 15%, Merlin 5%.

Obvezna literatura:

1. Mariza Katavić: *Osnove ekonomike za graditelje*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2009.
2. predavanja (materijali na Merlinu).

ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- Sistematizacija osnovnih gramatičkih struktura. Upoznavanje sa stručnom terminologijom iz područja građevinarskih materijala, povijesti građevinarstva i građevinarstva općenito. Ovladavanje tehnikom prevođenja stručnih tekstova. Izvođenje kratkih prezentacija. Proširivanje leksičke građe s elementima konverzacije. Ovladavanje pravilnim strukturiranjem rečenica i pravilnom primjenom gramatičkih kategorija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanje na razini višeg srednjeg stupnja (upper-intermediate), odnosno B1.

Ishodi učenja kolegija:

- ovladavanje jezičnim kompetencijama koje uključuju baratanje stručnom terminologijom iz područja građevinarstva; samostalno snalaženje u čitanju stručne literature;
- utvrđivanje osnovnih gramatičkih kategorija u stručnom jeziku – upotreba pasiva, prošlih vremena, modalnih glagola;

- stjecanje sigurnosti u konstruiranju rečenica i razvijanje vještina samostalnog izlaganja i pisanja stručnih tekstova.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Civil Engineering as a Profession [2]
  2. What is Cool about Being an Engineer [2]
  3. Go Where the Action Is [2]
  4. Environmental Engineering [2]
  5. Principal Construction Materials [2]
  6. The Birth of Modern Structures [2]
  7. Up in the Air [2]
  8. Bridges [2]
  9. Construction of Bridges [2]
  10. Skyscrapers [2]
  11. Steel Structures [2]
  12. Revision of tenses [2]
  13. Revision of vocabulary [2]
  14. Domes [2]
  15. Aswan High Dam [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% pohađanja predavanja,
- aktivnost na nastavi, izrada domaćih zadataka i prezentacija,
- 3 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- Kontinuiranim radom tijekom semestra student se može osloboditi cijelog ispita ili njegova dijela. Provjera znanja o određenoj temi vrši se na svakom satu u pisanom ili usmenom obliku. Provjerava se stupanj usvojenosti stručnog vokabulara i snalaženje u stručnom tekstu. On podrazumijeva izradu vježbi kojima okosnicu čine predavanja; vježbe uključuju razumijevanje tekstova, izradu sažetaka i svladavanje gramatičkih konstrukcija zastupljenih u stručnom tehničkom jeziku.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- Ocjene iz svih provjera znanja i kolokvija sačinjavaju završnu ocjenu. Ocjene se temelje na sljedećim osnovama: rezultati kolokvija, bodovi stečeni tijekom rada u semestru – aktivno sudjelovanje na satu, provjera znanja iz gramatike, prijevodi na strani jezik, prijevodi sa stranog jezika i provjere stručnog vokabulara. Iz kolokvija moguće je postići maksimalno 20 bodova – ocjena se množi sa četiri. Ispitu pristupaju oni koji nisu zadovoljni ocjenom dobivenom na temelju sakupljenih bodova tijekom semestra.

Obvezna literatura:

1. A. Kralj Štih: *English in Civil Engineering*, Hrvatska sveučilišna naklada, 2004.

Preporučena literatura:

1. D. Bonamy: *Technical English 3*, Pearson Longman, 2011.
2. Program Building Big http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/bridge/ http://www.brantacan.co.uk/bridgedefs.htm

NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- Sistematizacija osnovnih gramatičkih struktura. Upoznavanje sa stručnom terminologijom iz područja građevinarskih materijala i građevinarstva općenito. Ovladavanje tehnikom prevođenja stručnih tekstova. Izvođenje kratkih prezentacija. Proširivanje leksičke građe tehničkog jezika s elementima konverzacije.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanje na razini višeg srednjeg stupnja (upper-intermediate), odnosno B1

Ishodi učenja kolegija:

- ovladavanje jezičnim kompetencijama koje uključuju baratanje osnovnom stručnom terminologijom iz područja niskogradnje i visokogradnje, razvoja moderne građevinarske znanosti, organizacije studija građevine, razvoja konstrukcija i povijesti nebodera, razvoja građevinskih materijala, te osnova mostova;
- samostalno snalaženje u čitanju stručne literature;
- utvrđivanje osnovnih gramatičkih kategorija u stručnom jeziku – upotreba pasiva, prošlih vremena, modalnih glagola;
- stjecanje sigurnosti u izgovoru, konstruiranju rečenica i razvijanje vještina samostalnog izlaganja i pisanja stručnih tekstova.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Was ist Bauingenieurwesen? [2]
  2. Wie wird man Bauingenieur(in)? [2]
  3. Bauingenieure haben ein weites Feld... [2]
  4. Gebiete der Bautätigkeit [2]
  5. Geschichte der Baustoffe [2]
  6. Wie haben Erfindungen das Aussehen von Bauten verändert? [2]
  7. Die wichtigsten Baustoffe [2]
  8. Die Entwicklung der ersten Wolkenkratzer [2]
  9. Das Stahlgestell [2]
  10. Die Brücken I [2]
  11. Die Brücken –II [2]
  12. Ein Mann der Perfektion – G. Eiffel [2]
  13. Konstruktiver Ingenieurbau [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% pohađanja predavanja,
- aktivnost na nastavi, izrada domaćih zadataka i prezentacija,
- 3 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- Kontinuiranim radom tijekom semestra student se može osloboditi cijelog ispita ili njegova dijela. Provjera o određenoj temi vrši se na svakom satu u pisanom ili usmenom obliku.

Provjerava se stupanj usvojenosti stručnog vokabulara i snalaženje u stručnom tekstu. On podrazumijeva izradu vježbi kojima okosnicu čine predavanja; vježbe uključuju razumijevanje tekstova, izradu sažetaka, savladavanje gramatičkih konstrukcija zastupljenih u stručnom tehničkom jeziku.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- Ocjene iz svih provjera znanja i kolokvija sačinjavaju završnu ocjenu. Ocjene se temelje na sljedećim osnovama: rezultati kolokvija, bodovi stečeni tijekom rada u semestru – aktivno sudjelovanje na satu, provjera znanja iz gramatike, prijevodi na strani jezik, prijevodi sa stranog jezika i provjere stručnog vokabulara. Iz kolokvija je moguće postići najviše 20 bodova – ocjena se množi sa četiri. Ispitu pristupaju oni koji nisu zadovoljni sa ocjenom dobivenom na temelju sakupljenih bodova tijekom semestra.

Obvezna literatura:

1. A. Kralj Štih: *Deutsch in Bauingenieurwesen*, Hrvatska sveučilišna naklada, 2005.

Preporučena literatura:

1. G. Rocco: Übungsgrammatik für Anfänger: Lehr- und Übungsbuch. Niveau A2.

1. godina, 2. semestar

Obvezni kolegiji

MATEMATIKA 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 8

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 60
- vježbe (auditorne): 45

Ciljevi kolegija:
- primjena teorijskih znanja o diferencijalnom i integralnom računu na funkcije više varijabli,
- stjecanje osnovnih znanja o diferencijalnim jednadžbama,
- stjecanje osnovnih znanja o krivuljnim i plošnim integralima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- osnove diferencijalnog i integralnog računa, analitička geometrija u prostoru.

Programska povezanost:
- za upis kolegija: potpis iz kolegija: Matematika 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija: Matematika 1.

Ishodi učenja kolegija:
- poznavanje osnovnih teorema o običnim diferencijalnim jednadžbama, prepoznavanje tipova jednadžbi i poznavanje metoda rješavanja,
- prepoznavanje problema čije rješavanje vodi na obične diferencijalne jednadžbe,
- poznavanje osnovnih činjenica i teorema o funkcijama više varijabli,
- poznavanje osnovnih činjenica i teorema o višestrukim integralima,
- poznavanje osnovnih činjenica i primjena krivuljnih i plošnih integrala.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Obične diferencijalne jednadžbe, uvod [2]
  2. Metoda separacije varijabli [2]
  3. Linearna diferencijalna jednadžba 1. reda [2]
  4. Linearna diferencijalna jednadžba 2. reda [4]
  5. Funkcije više varijabli, uvod [2]
  6. Neprekinutost i limes funkcija više varijabli [2]
  7. Diferencijal funkcija više varijabli, derivacije višeg reda [4]
  8. Taylorov teorem srednje vrijednosti [2]
  9. Ekstremi funkcija više varijabli [4]
  10. Višestruki integrali, dvostruki integrali [4]
  11. Trostruki integrali [2]
  12. Računanje integrala supstitucijom [4]
  13. Primjene višestrukih integrala u mehanici [4]
  14. Polja, skalarna i vektorska polja, gradijent [2]
  15. Divergencija i rotacija, specijalna polja [4]

16. Krivulje i krivuljni integrali, krivuljni integral 1. vrste [4]
17. Krivuljni integral 2. vrste [4]
18. Plošni integrali, plohe, plošni integral 1. vrste [2]
19. Plošni integral 2. vrste [2]
20. Teorem o divergenciji, Stokesov teorem [2]

- Vježbe (auditorne):
  1. Obične diferencijalne jednadžbe [7]
  2. Funkcije više varijabli [11]
  3. Višestruki integrali, primjena [12]
  4. Polja [3]
  5. Krivuljni integrali [6]
  6. Plošni integrali [6]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje predavanjima i vježbama,
- kolokvij: ostvariti barem 25% bodova; popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokvij: oni koji ostvare barem 60% bodova oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- za one koji ostvare barem 60% bodova na kolokvijima, kolokviji 60%, usmeni ispit 40%,
- za ostale, pisani ispit 50%, usmeni ispit 50%.

Obvezna literatura:

1. T. Došlić, A. Filipin: Interna skripta dostupna na: http://www.grad.unizg.hr/_download/repository/MAT2.pdf

Preporučena literatura:

1. I. Brnetic, V. Županovic: *Višestruki integrali*, Element, Zagreb, 2004.
2. N. Elezović: *Diferencijalne jednadžbe*, Element, Zagreb, 2004.
3. P. Javor: *Matematička analiza 2*, Element, Zagreb, 2004.
4. L. Korkut, M. Krnić, M. Pašić: *Vektorska analiza*, Element, Zagreb, 2007.
5. S. Kurepa, Matematička analiza I., Tehnička knjiga, Zagreb 1975.
6. Ž. Pauše: *Matematički priručnik 2*, Školska knjiga, Zagreb 2004.

FIZIKA

Suradnici: nastavnici s PMF-a prema godišnjem ugovoru GF-PMF.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 60
- vježbe: 15 (auditorne: 1; laboratorijske, u laboratoriju Odsjeka za fiziku na PMF-u (14)

Ciljevi kolegija:

- Predavanja: *stjecanje* znanja rješavanja specijalnih primjera i zadataka, znanja postavljanja fizikalnih pokusa kojima se provjeravaju rješenja problema; *postizanje* vještine svođenja realnog problema na fizikalni model, vještine nalaženja jednadžbi fizikalnih modela, vještine prepoznavanja zajedničke fizikalne osnove međusobno različitih realnih problema.
- Vježbe: *postizanje* vještine pripreme za laboratorijski rad te vještine timskog izvođenja laboratorijskih pokusa, mjerenja i obrade podataka; *stjecanje* znanja o fizikalnoj podlozi pojava, o mjerenju i o obradi mjerenja.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- kompetentnost u primjeni vektorskog, diferencijalnog, integralnog i matričnog računa.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: potpis iz kolegija: Matematika 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija: Matematika 1.

Ishodi učenja kolegija:

- znanje rješavanja specijalnih primjera i zadataka, znanje postavljanja fizikalnih pokusa kojima se provjeravaju rješenja problema,
- vještina prepoznavanja zajedničke fizikalne osnove međusobno različitih realnih problema,
- vještina svođenja realnog problema na fizikalni model, vještina nalaženja jednadžbi fizikalnih modela,
- vještina pripreme za laboratorijski rad, vještina timskog izvođenja laboratorijskih pokusa, mjerenja i obrade podataka, znanje fizikalne podloge pojave, mjerenja i obrade mjerenja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Fizikalne veličine i jedinice. Kinematika čestice: pravocrtno gibanje, gibanje u dvije i tri dimenzije, kružno gibanje. [4]
  2. Dinamika čestice: Newtonovi zakoni. Količina gibanja. Dinamika kružnog gibanja i centripetalna sila. Trenje. [4]
  3. Rad, kinetička energija i potencijalna energija. Zakon očuvanja energije. Sudari. [4]
  4. Ravnoteža materijalne točke. Moment sile. Rotacija krutog tijela. [4]
  5. Dinamika rotacijskog gibanje. Ravnoteža i elastičnost. [4]
  6. Mehanika fluida: tlak, uzgon, napetost površine, kapilarnost. Bernoullijeva jednadžba. Viskoznost. [4]
  7. Gravitacija. Periodična gibanja: harmonički oscilator. [4]
  8. Mehanički valovi. Zvuk. [4]
  9. Toplina i temperatura. Plinski zakoni. Toplinski kapacitet, fazni dijagrami. Prijenos topline. [4]
  10. Termodinamika: prvi i drugi zakon termodinamike. Kružni procesi. Entropija. [4]
  11. Električni naboj i električno polje. Gaussov zakon. [4]
  12. Električni potencijal. Kondenzatori i dielektrici. [4]
  13. Električna struja. Strujni krugovi. [4]
  14. Magnetizam. [4]
  15. Moderna fizika. Fotoelektrični efekt. Fotoni. Kvantna mehanika. Atomska struktura. [4]

- Laboratorijske vježbe i auditorne vježbe: slijede program predavanja.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja,
- obavljanje vježbi,
- 2 kolokvija: minimalno 20 % ukupnog broja bodova na oba kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- polaganje kolokvija
- izvješća o obavljenim vježbama.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- za studente koji polože kolokvije: ukupni broj bodova koji doprinose konačnoj ocjeni ostvaruje se putem kolokvija (80%) i obavljenih vježbi (20%).
- studenti koji ne polože kolokvije pristupaju ispitu, za prolaz je potrebno ostvariti 50% od ukupnog broja bodova na ispitu.

Obvezna literatura:

1. Kulišić, P.: *Mehanika i toplina,* Školska knjiga, Zagreb, 1991.
2. Henč-Bartolić, V.; Kulišić, P.: *Valovi i optika,* Školska knjiga, Zagreb, 1989.
3. Young, H. D.; Freedman, R. A.: University Physics, Addison-Wesley, San Francisco, 2012.
4. Pavičić, M.: *Zbirka riješenih zadataka iz fizike,* (2. izdanje), Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1984.
5. Babić, E.; Krsnik, R.; Očko, M.: *Zbirka riješenih zadataka iz fizike,* Školska knjiga, Zagreb, 1988.

MEHANIKA 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 26; projektantske: 4)

Ciljevi kolegija:

- naučiti studente metodama rješavanja problema koji se javljaju u inženjerskim proračunima statike kao dijelu tehničke mehanike;
- stjecanje teorijskih znanja o ponašanju konstrukcije pod opterećenjem te o načinima prijenosa sila;
- stjecanje praktičnih znanja o postupcima proračuna statički određenih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje linearne algebre, trigonometrije, diferencijalnog i integralnog računa (uključujući obične diferencijalne jednadžbe),
- poznavanje deskriptivne geometrije i srednjoškolske fizike.

Ishodi učenja kolegija:

- upoznati osnovne aksiome i teoreme statike krutih tijela, objasniti pojam sile i momenta, znati odrediti komponente sile u ravnini i prostoru, rezultantu sustava sila, moment sile na točku i os te moment sprega sila,
- naučiti kako reducirati sustav sila na odabrane točke,

- postaviti jednadžbe ravnoteže u ravnini i prostoru i odrediti nepoznate sile i reakcije, upoznati grafičke analize sustava sila u ravnini,
- razumjeti pojam trenja na površini i odrediti sile trenja,
- upoznati određivanje težišta volumena, površina, linija, i složenih tijela,
- objasniti i primijeniti analitičke i grafičke postupke proračuna reakcija statički određenih ravninskih i prostornih konstrukcija,
- upoznati određivanje raspodjele unutarnjih sila u rešetkastim, grednim, trozglobnim i Gerberovim nosačima, upoznati analizu sila kod lančanica,
- objasniti pojam virtualnog rada.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Osnovni pojmovi i zakoni. Operacije s vektorima. Statika materijalne točke: sile u ravnini i prostoru [2]
  2. Kruta tijela: moment sile na točku i na os, moment sprega sila [2]
  3. Redukcija sile. Rezultirajuće djelovanje sustava sila. Rezultanta i ravnoteža sustava sila. Jednadžbe ravnoteže [2]
  4. Statika tijela u ravnini [2]
  5. Spojeni sistemi u ravnini. Spojevi u ravnini. Klasifikacija spojenih sistema [2]
  6. Prostorni spojeni sistemi. Izračunavanje sila u spojevima s podlogom. [2]
  7. Sile na usporednim pravcima. Distribuirane sile. Težište. [2]
  8. Štapna statika (1). Os. Unutarnje sile (zglobni štap, greda). [2]
  9. Štapna statika (2). Diferencijalne jednadžbe ravnoteže. Jednostavno oslonjena greda. Dijagrami unutarnjih sila. [2]
  10. Štapna statika (3). Poligonalni štap u ravnini. [2]
  11. Štapna statika (4). Poligonalni štap u prostoru. [2]
  12. Jednostavni statički određeni rešetkasti nosači u ravnini i prostoru. [2]
  13. Mehanički rad i virtualni pomaci. [2]
  14. Ravnoteža mehanizama. Trenje. [2]

- Vježbe (auditorne):
  1. Uvod. Statika točke: Sile u ravnini, rezultanta, ravnoteža. Sile u prostoru.
  2. Određivanje momenta sile na točku i na os.
  3. Rezultirajuće djelovanje. Ravnoteža tijela.
  4. Primjeri uravnoteženja tijela za koncentrirane sile u ravnini. Analitički i grafički postupci.
  5. Određivanje sila u vezama ravninskih sustava analitičkim i grafičkim postupcima.
  6. Određivanje sila u vezama prostornih sustava. Težišta.
  7. Unutarnje sile u grednim nosačima. Dijagrami unutarnjih sila (1)
  8. Projektantske vježbe: Unutarnje sile u grednim nosačima. Dijagrami unutarnjih sila (2)
  9. 1. kolokvij
  10. Diferencijalne veze unutarnjih i vanjskih sila. Analiza toka funkcije unutarnjih sila.
  11. Poligonalni gredni nosači.
  12. Rešetkasti nosači.
  13. 2. kolokvij
  14. Trapezno opterećenje grede - reakcije i unutarnje sile. Gredni nosači u prostoru (1)
  15. Projektantske vježbe: Gredni nosači u prostoru (2).

Obaveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti minimalno 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji na svakom redovitom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokviji ili pisani dio ispita 50%, usmeni dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. Werner, H.: *Mehanika 1 - Statika*, HSGI, Zagreb, 2007.
2. Nikolić, Ž.: *Mehanika 1*, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, 2022.
3. Matejiček, F.; Semenski, D.; Vnučec, Z.: *Uvod u statiku sa zbirkom zadataka*, Golden marketing, Tehnička knjiga, Zagreb, 2005.

Preporučena literatura:

1. Beer, F. P.; Johnston, E. R.: *Vector Mechanics for Engineers – Statics*, McGraw-Hill, 1988.
2. Kiričenko, A.: *Tehnička mehanika - Statika*, IGH, Zagreb, 1990.
3. Muftić, O.: *Mehanika 1 - Statika*, Tehnička knjiga, Zagreb 1991.
4. Bazjanac, D.: *Tehnička mehanika - Statika*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1963.

VISOKOGRADNJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 7

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe: 45 (konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:

- upoznati studente sa strukturom građevina visokogradnje, načinom na koji je cjelina sastavljena od svojih elemenata te problemima funkcioniranja primarnih i sekundarnih struktura u zgradi.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija studenti će moći:

- analizirati strukturu građevine visokogradnje,
- opisati način na koji je zgrada sastavljena od svojih elemenata,
- procijeniti probleme funkcioniranja primarne strukture (nosiva konstrukcija) i sekundarne strukture (strukture ispune) u zgradi,
- prezentirati stručne teme vezane za strukturu građevine visokogradnje,
- koristiti stečena znanja u inženjerskim analizama i metodologiji rada.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod. Temelji. Hidroizolacije [3]
  2. Osnovni elementi i tipologije konstrukcija visokogradnje ... [3]
  3. Kameno zide [3]
  4. Betonske stijene [3]
  5. Pregradne stijene [3]
  6. Završne obloge zidova [3]
  7. Stropne konstrukcije [6]
  8. Podovi [3]
  9. Krovišta [3]
  10. Pokrovi [3]
  11. Stubišta [3]
- Vježbe:
  1.-5. Situacija 1:500. Idejni projekt, tlocrt prizemlja 1:200. Glavni projekt, tlocrt prizemlja, 1:100.
  6.-10. Izvedbeni tlocrt prizemlja, 1:50.
  11.-15. Izvedbeni presjek, stubište i krov, 1:50.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje nastave,
- izrada tri programa,
- 2 kolokvija: treba riješiti najmanje 25%; popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji,
- programi.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni.

Obvezna literatura:

1. Bašić, S.; Senjak, I.; Vezilić Strmo, N.: Interna skripta i separati predavanja

Preporučena literatura:

1. Peulić, Đ.: *Konstruktivni elementi zgrada I. i II.*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1980.
2. Peulić, Đ.: *Konstruktivni elementi zgrada*, Croatia knjiga, Zagreb, 2002.
3. Neufert, P.: *Elementi arhitektonskog projektiranja*, Golden marketing, Zagreb, 2002.

POZNAVANJE MATERIJALA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (auditorne i laboratorijske): 10 + 5

Ciljevi kolegija:

- stjecanje znanja o unutrašnjoj strukturi materijala i njenoj povezanosti sa svojstvima materijala,

- stjecanje znanja o ponašanju materijala pri djelovanju mehaničkih i trajnosnih opterećenja.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- osnovna znanja iz fizike i kemije.

Ishodi učenja kolegija:
Nakon uspješno savladanog kolegija studenti će moći:

- interpretirati utjecaj unutrašnje strukture na svojstva materijala,
- objasniti svojstva površine i kapilarne pojave,
- objasniti kemijske aspekte gradiva,
- usporediti toplinska svojstva različitih materijala,
- opisati ponašanje materijala pri djelovanju mehaničkih opterećenja,
- izračunati na temelju rezultata ispitivanja osnovna fizikalna i mehanička svojstva materijala,
- obraditi rezultate ispitivanja materijala jednostavnijim statističkim metodama.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno o građevinskim materijalima [2]
  2. Fizikalni parametri materijala – masa, volumen, gustoća, porozitet [2]
  3. Svojstva inženjerskih materijala i njihova primjena [2]
  4. Svojstva površine: površinska napetost, adsorpcija, kapilarne pojave. Ostala važnija fizikalna svojstva [2]
  5. Veze među atomima. Razvoj mikrostrukture [2]
  6. Toplinska, akustička i optička svojstva materijala [2]
  7. Kemijski aspekti gradiva [2]
  8. Mehanička svojstva materijala [4]
  9. Ispitivanje materijala. Statistička obrada [2]
  10. Mehanika loma [2]
  11. Reologija fluida i tekućina [2]
  12. Zamor materijala [2]
  13. Trajnost materijala [2]
  14. Tehnička regulativa i zakonodavstvo [2]
- Vježbe:
  1. Fizikalni parametri materijala [3]
  2. Svojstva propusnosti [3]
  3. Toplinska svojstva materijala [3]
  4. Mehanička svojstva materijala [4]
  5. Statistička obrada rezultata ispitivanja [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75%,
- pohađanje auditornih i laboratorijskih vježbi 100%,
- izrada 2 programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 60% te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave i predaju programa, oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio ispita: 100 %.

Obvezna literatura:

1. Bjegović, D.; Balabanić, G.; Mikulić, D.: *Građevinski materijali – zbirka riješenih zadataka*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2007.
2. Young, J. F.; Mindess, S.; Gray, R. J.; Bentur, A.: *The Science and Technology of Civil Engineering Materials*, Prentice Hall, 1998.
3. Ukrainczyk, V.: *Poznavanje gradiva*, Alcor, Zagreb, 2001.
4. Beslać, J.: *Materijali u arhitekturi i građevinarstvu*, Školska knjiga Zagreb, 1989.
5. Banjad Pečur, I; Štirmer, N.: Interna skripta iz Poznavanja materijala, repozitorij kolegija, http://moodle. srce.hr; http://www.grad.unizg.hr/predmet/pozmat
6. Lukman, T.; Kalšan, D.; Plavljanić, Đ.; Milovanović, B.; Carević, I.; Ćurković, K.; Grgurić, S.; Ivanović, M., Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava: Kontinuirana izobrazba građevinskih radnika u okviru energetske učinkovitosti - Zajednički dio, Banjad Pečur, I. (ur.), Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, 2016.
7. Kalšan, D.; Milovanović, B: Kontinuirana izobrazba građevinskih radnika u okviru energetske učinkovitosti - Priručnik za trenere, Monter suhe gradnje, Banjad Pečur, I. (ur.), Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, 2016.

Preporučena literatura:

1. Ashby, M.; Jones, D. R. H.: *Engineering Materials 1*, Butterworth Heinemann, 2005.
2. Illston, J. M.; Domone, P. L. J.: *Construction Materials – Their Nature and their Behaviour*, Third Edition.

TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): -

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 0
- vježbe 30

Ciljevi kolegija:

- …

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- …

Ishodi učenja kolegija:

- ….

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Fitness

2. Pilates
3. Zumba
4. Nogomet
5. Košarka
6. Odbojka
7. Rukomet
8. Badminton
9. Stolni tenis
10. Atletika
11. Streljaštvo
12. Klizanje
13. Pješačke ture

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- tijekom semestra student mora prisustvovati na 30 sati vježbi na odabranom programu ili na više odabranih programa.
- djelomično oslobođenje može se dobiti temeljem potvrde zdravstvenog oslobođenja od Zavoda za javno zdravstvo ili sportsko oslobođenje preko potvrde od sportskih klubova ili Olimpijskog odbora.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ispit se ne polaže.

2. godina, 3. semestar

Obvezni kolegiji

VJEROJATNOST I STATISTIKA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (auditorne): 30

Ciljevi kolegija:
- stjecanje osnovnih teorijskih znanja o deskriptivnoj i inferencijalnoj statistici te teoriji vjerojatnosti,
- stjecanje osnovne statističke kulture.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- gimnazijska / srednjoškolska matematika.

Ishodi učenja kolegija:
- sposobnost razumijevanja i interpretiranja deskriptivno-statističkih podataka,
- sposobnost prezentacije deskriptivno-statističkih podataka,
- razumijevanje pojma slučajne veličine,
- poznavanje osnovnih značajki i područja primjenjivosti najčešćih vjerojatnosnih raspodjela,
- razumijevanje odnosa statističkih veličina u populaciji i uzorku,
- poznavanje i sposobnost primjene elementarnih metoda i tehnika inferencijalne statistike – intervalne procjene, testovi.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  - Pojam događaja. Definicije vjerojatnosti.
  - Uvjetna vjerojatnost. Nezavisni događaji.
  - Diskretne slučajne varijable. Funkcija vjerojatnosti. Funkcija distribucije vjerojatnosti.
  - Očekivanje, varijanca i standardna devijacija diskretne slučajne varijable.
  - Primjeri diskretnih slučajnih varijabli.
  - Kontinuirane slučajne varijable. Funkcija gustoće vjerojatnosti i funkcija distribucije kontinuirane slučajne varijable.
  - Očekivanje, varijanca i standardna devijacija kontinuirane slučajne varijable
  - Uniformna, normalna, eksponencijalna slučajna varijabla.
  - Funkcija slučajnih varijabli, slučajni vektor i korelacija.
  - Deskriptivna statistika. Organizacija, prikazivanje i interpretacija podataka
  - Deskriptivna statistika. Mjere centralne tendencije i disperzije.
  - Populacija i uzorak. Intervali povjerenja. Intervalna procjena očekivanja normalne raspodjele
  - Pojam statističkog testa. Testovi hipoteza o očekivanju normalne raspodjela.
  - Testovi hipoteza o vjerojatnosti. Linearna regresija

- Vježbe (auditorne):
  1. Kombinatorika.
  2. Pojam događaja. Definicije vjerojatnosti.
  3. Uvjetna vjerojatnost. Nezavisni događaji.
  4. Diskretne slučajne varijable. Funkcija vjerojatnosti. Funkcija distribucije vjerojatnosti.
  5. Očekivanje, varijanca i standardna devijacija diskretne slučajne varijable.
  6. Primjeri diskretnih slučajnih varijabli.
  7. Kontinuirane slučajne varijable. Funkcija gustoće vjerojatnosti i funkcija distribucije kontinuirane slučajne varijable.
  8. Očekivanje, varijanca i standardna devijacija kontinuirane slučajne varijable.
  9. Uniformna, normalna, eksponencijalna slučajna varijabla.
  10. Funkcija slučajnih varijabli, slučajni vektor i korelacija.
  11. Deskriptivna statistika. Organizacija, prikazivanje i interpretacija podataka.
  12. Deskriptivna statistika. Mjere centralne tendencije i disperzije.
  13. Populacija i uzorak. Intervali povjerenja. Intervalna procjena očekivanja normalne raspodjele.
  14. Pojam statističkog testa. Testovi hipoteza o očekivanju normalne raspodjela.
  15. Testovi hipoteza o vjerojatnosti. Linearna regresija.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje nastave,
- kolokvij: treba ostvariti najmanje 25% bodova; popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokvij: ostvarivanjem 60% bodova student se oslobađa dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani (eliminatorni, za prolaz treba 50% bodova) i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani ispit ili kolokvij 50-60%, usmeni ispit 40-50%.

Obvezna literatura:

1. Adžaga, N., Martinčić Špoljarić, A. i Sandrić, N. Vjerojatnost i statistika. https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/VIS.pdf
2. Pauše, Ž. Vjerojatnost, Školska knjiga, Zagreb, 1988.
3. Pauše, Ž. Uvod u matematičku statistiku, Školska knjiga, Zagreb, 1993.
4. Sarapa, N. Teorija vjerojatnosti, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
5. Ilijašević, M. i Pauše, Ž. Riješeni primjeri zadaci iz vjerojatnosti i statistike, Zagreb, 1990.

OTPORNOST MATERIJALA 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 7

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe: 45 (auditorne: 36, laboratorijske: 4, projektantske: 5)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o ponašanju deformabilnog tijela pod djelovanjem vanjskog opterećenja,
- stjecanje teorijskih znanja o mehaničkim svojstvima materijala, te o proračunu naprezanja i deformacija elemenata konstrukcije i cijele konstrukcije,
- stjecanje praktičnih znanja o postupcima proračuna čvrstoće i krutosti elemenata konstrukcije.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa (uključujući obične diferencijalne jednadžbe) te linearne algebre,
- poznavanje statike krutoga tijela,
- razumijevanje pojmova unutarnjih sila.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: potpis iz kolegija Matematika 2. i Mahanika 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Matematika 2. i Mahanika 1.

Ishodi učenja kolegija:

Student će moći:

- primijeniti diferencijalne jednadžbe ravnoteže i jednadžbe transformacija kod analize naprezanja i deformacija,
- koristiti fizikalne jednadžbe i Hookeov zakon za određivanje deformabilnih karakteristika čvrstih tijela,
- izračunati naprezanja ravnih štapova pri torziji,
- razlikovati čisto ravno savijanje, savijanje silama i koso savijanje i proračunati čvrstoću nosivog elementa pri savijanju,
- prepoznati i izračunati naprezanja pri savijanju sastavljenih i kompozitnih nosača,
- definirati i izračunati naprezanja u spojnim sredstvima elemenata opterećenih na smicanje,
- koristiti diferencijalne jednadžbe elastične linije nosača kod izračunavanja progiba i kuta zaokreta nosača,
- izračunati naprezanje i deformaciju posuda tankih stijenki.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Opće pretpostavke i osnovni elementi proračuna. Vanjske i unutarnje sile. Osnovni slučajevi opterećenja štapa. Opći pristup rješavanju problema u znanosti o otpornosti materijala. Analiza naprezanja. Pojam naprezanja. Tenzor naprezanja. Diferencijalne jednadžbe ravnoteže. Jednadžbe transformacija komponenata tenzora naprezanja [3]
  2. Glavna normalna i posmična naprezanja. Mohrova kružnica naprezanja. Cauchyjeva ploha naprezanja. Elipsoid naprezanja. Oktaedarska naprezanja. Sferni tenzor i devijator tenzora naprezanja. Veza između unutarnjih sila i komponenata naprezanja [3]
  3. Analiza deformacija. Pojam pomaka i deformacija. Komponente deformacija. Tenzor deformacija. Deformacije u zadanom smjeru. Smjerovi i veličine glavnih deformacija. Volumenska deformacija. Ravninsko stanje deformacija. Uvjeti neprekinutosti deformacija. Deformabilne karakteristike čvrstih tijela – fizikalne jednadžbe [3]
  4. Eksperimentalni podaci o vezi između naprezanja i deformacija. Hookeov zakon, konstante elastičnosti materijala. Zakon superpozicije. Saint Venantov princip. Hookeov zakon za: prostorno stanje naprezanja, ravninsko stanje naprezanja i ravninsko stanje deformacija. Utjecaj temperature [3]

5. Dopušteno naprezanje, koeficijent sigurnosti i novija tumačenja sigurnosti konstrukcija. Opći pristup rješavanju problema u znanosti o otpornosti materijala. Aksijalno opterećenje štapa – rastezanje i pritisak [3]
6. Utjecaj vlastite težine. Štap jednake čvrstoće na rastezanje i pritisak. Sastavljeni štap. Plan pomaka. Statički neodređeni štapni sustavi. Toplinska naprezanja. Početna naprezanja. Koncentracija naprezanja. Potencijalna energija deformacija aksijalno opterećenog štapa [3]
7. Aksijalno udarno opterećenja štapa. Rastezanje užeta lančanice. Naprezanje i deformacija posuda tankih stijenki. Smicanje (odrez). Potencijalna energija čistog posmika. Proračun elemenata opterećenih na smicanje [3]
8. Torzija. Torzija ravnih štapova kružnog poprečnog presjeka. Potencijalna energija deformacija pri torziji. Statički neodređeni zadaci pri torziji. Torzija štapova neokruglog poprečnog presjeka. Prandtlova membranska analogija [3]
9. Torzija tankostijenih štapova otvorenog presjeka. Torzija tankostijenih štapova zatvorenog presjeka. Zavojne opruge. Geometrijeke karakteristike ravnih presjeka štapa – momenti tromosti (inercije) [3]
10. Promjena momenata tromosti pri translaciji i rotaciji koordinatnog sustava. Glavni momenti tromosti. Mohrova kružnica tromosti. Polumjer tromosti. Elipsa tromosti. Momenti tromosti jednostavnih presjeka. Momenti otpora ravnih presjeka [3]
11. Savijanje ravnih štapova. Čisto savijanje. Proračun čvrstoće i izbor presjeka pri čistom savijanju. Potencijalna energija deformacija pri čistom savijanju. Opći slučaj savijanja (savijanje sa silama). Posmična naprezanja u simetričnim tankostijenim štapovima [3]
12. Poprečna normalna naprezanja pri savijanju štapa poprečnim opterećenjem. Glavna naprezanja i trajektorije glavnih naprezanja. Proračun čvrstoće pri savijanju silama. Savijanje štapova promjenjivog presjeka. Potencijalna energija deformacija pri savijanju silama [3]
13. Proračun sastavljenih nosača (drvenih i metalnih). Savijanje štapa izrađenog od različitih materijala. Koso savijanje. Deformacije ravnog štapa pri savijanju. Diferencijalne jednadžbe elastične linije nosača drugog i četvrtog reda [3]
14. Analitička metoda određivanja elastične linije nosača konstantnog i promjenjivog presjeka. Grafoanalitička metoda određivanja deformacije nosača. Grafičko određivanje elastične linije nosača [3]
15. Određivanje progiba metodom konačnih diferencija. Progib zbog poprečne sile. Utjecaj promjene temperature na progib. Proračun krutosti pri savijanju [3]

- Vježbe (auditorne):
  1. Analiza naprezanja i deformacija [6]
  2. Rastezanje i pritisak. Štapni sustavi [3]
  3. Naprezanje i deformacije posuda tankih stijenki. Prstenovi [3]
  4. Smicanje (odrez) [3]
  5. Torzija [3]
  6. Geometrijske karakteristike poprečnih presjeka [3]
  7. Savijanje. Koso savijanje [6]
  8. Progibna linija nosača [6]
  9. Kompozitni nosači [3]
- Vježbe (laboratorijske):
  1. Ispitivanje normalnog štapa, određivanje dijagrama σ - ε. Određivanje konstanti elastičnosti. Saint Venantov princip [3]

2. Utjecaj naglih promjena poprečnih presjeka na ponašanje elastičnih i elastoplastičnih materijala. Torzija štapa kružnog presjeka. Princip superpozicije [3]

- Kolokviji:
  1. Analiza naprezanja i deformacija. Rastezanje i pritisak. Štapni sustavi. Posmik
  2. Torzija. Savijanje. Naprezanja i deformacije pri savijanju

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti najmanje 25%; 2 popravna kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 50% oslobađaju se pismenog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokviji ili pisani dio ispita 50%, usmeni dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. V. Šimić: *Otpornost materijala I*, Školska knjiga, Zagreb, 2002.

Preporučena literatura:

1. I. Alfirević: *Nauka o čvrstoći I*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1989.
2. D. Bazjanac: *Nauka o čvrstoći,* Tehnička knjiga, Zagreb, 1973.
3. J. Brnić, G. Turkalj: *Nauka o čvrstoći I,* Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2004.
4. Case, J, Chilver, A.: Strength of Materials and Structures, Edvard Arnold, 1985.

MEHANIKA TEKUĆINA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe (auditorne i laboratorijske): 30 (26 + 4)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja iz hidrostatike i kinematike tekućina, potencijalnog strujanja, dinamike idealnih i realnih tekućina, hidrodinamike istjecanja i prelijevanja, strujanja u otvorenim koritima, strujanja podzemnih voda te modeliranja hidrodinamičkih procesa.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa (uključujući obične diferencijalne jednadžbe) te linearne algebre,
- poznavanje i razumijevanje mehanike materijalne točke (brzina, ubrzanje, Newtonovi zakoni, promjena količine gibanja, energija, sila, rad, snaga),
- poznavanje i razumijevanje fizikalnih svojstava tvari (faze tvari, gustoća, specifični volumen i količina tvari),
- razumijevanje prijenosa sila kroz tvari, naprezanja i tlaka,

- poznavanje reologije, brzine širenja stišljivih pojava, brzine zvuka, toplinsko rastezanje čvrstih tvari i kapljevina, promjene agregatnog stanja, latentne topline, toplinskog kapaciteta, provođenja topline, površinske napetosti i kapilarnosti, adsorpcije i apsorpcije,
- poznavanje termodinamičkih zakona.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: potpis iz kolegija Matematika 2. i Fizika,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Matematika 2. i Fizika.

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti osnovne pojmove o tekućini (polja fizikalnih veličina, fizikalna svojstva tekućina, reološki dijagram, sile na tekućinu),
- objasniti i primijeniti postupke proračuna u statici tekućina (jednadžbe ravnoteže, sile tlaka na površine, uzgon, stabilnost i plivanje tijela),
- objasniti pojmove i primijeniti postupke proračuna u kinematici tekućina (gibanje čestica tekućine, strujnica, trajektorija, stacionarnost, jednolikost, konzervativnost, totalna derivacija brzine),
- objasniti pojmove i primijeniti postupke i proračune u dinamici tekućina (jednadžba održanja količine gibanja, opći zakon strujanja realne tekućine (Saint-Venantova i Navier-Stokesova jednadžba), jednadžba održanja kinetičke energije, Bernoullijeva jednadžba za idealnu i realnu tekućinu, laminarno strujanje, turbulentni tok, granični sloj, otpori strujanju, proračun lokalnih i linijskih gubitaka energije, geodetska, tlačna i energetska linija, mjerenje brzine, tlaka i protoka tekućine),
- primijeniti navedena saznanja na praktične hidrotehničke probleme (sustavi pod tlakom, pumpa, turbina, istjecanje, prelijevanje, otvoreni vodotoci, potencijalno strujanje, strujanje podzemnih voda, sile na tijelo u struji tekućine, dinamički stabilni i nestabilni oblici, modeliranje hidrodinamičkih procesa).

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod: osnovni pojmovi o tekućini, polja fizikalnih veličina, fizikalna svojstva tekućina, reološki dijagram, sile na tekućinu [3]
  2. Statika tekućina: jednadžba ravnoteže (Euler) i njezino rješavanje, relativno mirovanje [3]
  3. Statika tekućina: sila tlaka na površine, uzgon, plivanje i stabilnost tijela u tekućini [3]
  4. Kinematika tekućina: gibanje čestica tekućine, strujnica, trajektorija, stacionarnost, jednolikost, konzervativnost, totalna derivacija brzine [3]
  5. Zakon održanja polja fizikalnih veličina: zakon održanja mase (jednadžba kontinuiteta), [3]
  6. Dinamika tekućine: jednadžba održanja količine gibanja, opći zakon strujanja realne tekućine (Saint-Venantova i Navier-Stokesova jednadžba) [3]
  7. Jednadžba održanja kinetičke energije, Bernoullijeva jednadžba za idealnu i realnu tekućinu, laminarno strujanje, turbulentni tok, granični sloj [3]
  8. Otpori strujanju, proračun lokalnih i linijskih gubitaka energije, G, T, E linije, mjerenje brzine, tlaka i protoka tekućine [3]
  9. Primjena na hidrotehničke probleme: sustavi pod tlakom, pumpa, turbina [3]
  10. Istjecanje: mali otvor, veliki otvor, ustava, prelijevanje: oštrobridni i preljevi praktičnog profila [3]
  11. Otvoreni vodotoci: dijagram specifične energije, režimi tečenja, jednoliko strujanje [3]

12. Otvoreni vodotoci: nejednoliko strujanje, suženje i uzdignuće korita, vodni skok, nanos [3]
13. Potencijalno strujanje: jednadžbe potencijalnog strujanja, rubni uvjeti, izvor, ponor, dipol [3]
14. Strujanje podzemnih voda: procjeđivanje i Darcyjev zakon, hidrodinamička 3D teorija, tečenja, hidraulička 2D teorija, Dupuitove pretpostavke, vodozahvati [3]
15. Sile na tijelo u struji tekućine, dinamički stabilni i nestabilni oblici, modeliranje hidrodinamičkih procesa [3]

- Vježbe:
  1. Uvodne vježbe (auditorne) [2]
  2. Hidrostatika (auditorne) [2]
  3. Hidrostatika (auditorne) [2]
  4. Relativno mirovanje, plivanje i stabilnost tijela (auditorne i laboratorijske) [2]
  5. Zakon održanja mase, potencijalno i vrtložno strujanje, jednoliko i nejednoliko strujanje, stacionarno i nestacionarno strujanje (auditorne) [2]
  6. Zakon očuvanja količine gibanja, primjeri sustava u dinamičkoj ravnoteži (auditorne) [2]
  7. Zakon očuvanja kinetičke energije, Bernoullijeva jednadžba za idealnu tekućinu, energetske i piezometarske linije (auditorne) [2]
  8. Bernoullijeva jednadžba za realnu tekućinu, općenito rješavanje, određivanje lokalnih i linijskih gubitaka, mjerenje protoka i brzina, vrste tečenja, , energetske i piezometarske linije (auditorne) [2]
  9. Bernoullijeva jednadžba za realnu tekućinu , sistemi sa cjevovodima pod tlakom, upotreba pumpi i turbina (auditorne i laboratorijske) [2]
  10. Istjecanje, oštrobridni preljevi, preljevi praktičnog profila, specifična energija vodotoka, kritična dubina, određivanje režima tečenja, kritičan pad (auditorne) [2]
  11. Otvoreni vodotoci, Chezy-eva jednadžba i primjena u analitičkom i grafoanalitičkom rješavanju problema tečenja u otvorenim vodotocima (auditorne) [2]
  12. Nejednoliko strujanje, vodni skok i njegova podjela, slapište, suženje ili proširenje vodotoka te uzdignuće i uleknuće dna kanala i utjecaj na oblik vodnog lica (auditorne i laboratorijske) [2]
  13. Potencijalno strujanje, procjeđivanje, hidromehanička 3D i hidraulička 2D teorija, korištenje Dupuitove pretpostavke u inženjerskom rješavanju problema (auditorne) [2]
  14. Strujanje podzemnih voda, galerije, zdenci sa slobodnim vodnim licem i zdenci pod tlakom, zdenci u pojedinačnom radu i u grupi, proračuni sniženja razina podzemnih voda u vodonosniku pod tlakom i sa slobodnim vodnim licem, utjecaj blizine vodotoka i vertikalnih nepropusnih granica (auditorne i laboratorijske) [2]
  15. Otpor tijela, modeliranje na fizikalnim modelima (Froudeova i Reynoldsova sličnost), dimenzionalna analiza (auditorne) [2]
  16. dimenzionalna analiza (auditorne) [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: za oslobođenje od pisanog i usmenog dijela ispita treba riješiti više od 50% bodova, sumarno na oba kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit i usmeni ispit za studente koji su na kolokvijima ostvarili sumarno manje od 50% bodova.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- oslobođenje od polaganja ispita putem kolokvija,
- maksimalno 20 dodatnih bodova za izradu programa (4 programa sa numeričkim rješavanjem, maksimalno 5 bodova za svaki predani program sa točnim rješenjem).

Obvezna literatura:

1. Jović: *Osnove hidromehanike*, Element, Zagreb (raspoloživo u knjižnici Građevinskog fakulteta),
2. Fancev: *Mehanika fluida*, Tehnička enciklop., sv. 8 (raspoloživo u knjižnici Građevinskog fakulteta i na Katedri za temeljnu hidrotehniku u Savskoj 16)
3. Agroskin: *Hidraulika*, Tehnička knjiga (dostupno u knjižnici Građevinskog fakulteta)
4. Virag, *Mehanika fluida: odabrana poglavlja, primjeri i zadaci*, FSB (dostupno u knjižnici Građevinskog fakulteta)
5. Mrežno: (http://www.grad.unizg.hr/predmet/mehtek)
    a. skripta
    b. predavanja po tjednima nastave
    c. riješeni primjeri zadataka
    d. riješeni ispitni rokovi

MEHANIKA 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 26, konstrukcijske: 4)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje znanja o osnovama teorije gibanja čestica, tijela i jednostavnijih modela mehaničkih sustava, te sposobnost primjene i nadogradnje u kolegijima struke,
- stjecanje znanja i razvoj analitičnog pristupa pri formulaciji i rješavanju problema utjecaja gibanja i dinamičkih djelovanja na sile u spojevima i unutarnje sile.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- dobro poznavanje trigonometrije i osnova vektorskog računa,
- poznavanje postupaka diferencijalnog i integralnog računa, te razumijevanje značenja derivacije i integrala,
- poznavanje statike čestice, tijela i mehaničkih sustava, s razumijevanjem prijenosa sila u spojevima.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: potpis iz kolegija Matematika 2., Mehanika 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Matematika 2. i Mehanika 1.

Ishodi učenja kolegija:

- naučiti primijeniti znanja iz primjene matematike i informatike na rješavanje problema gibanja čestice tijela i jednostavnijih sustava,
- objasniti kinematička ograničenja koja nastaju zbog pojedinih spojeva,
- objasniti i primijeniti analitičke postupke na određivanje brzina i ubrzanja, ovisno o načinu zadavanja i načinu gibanja čestice,
- objasniti i primijeniti analitičke i grafičke postupke na određivanje brzina i ubrzanja, ovisno o načinu zadavanja i načinu gibanja tijela,
- objasniti i primijeniti grafičke postupke na određivanje polja brzina i polja pomaka mehanizama,
- objasniti formulaciju problema gibanja i primijeniti na rješenje pri gibanju čestice, tijela i sustava tijela, pod djelovanjem vanjskih sila,
- prepoznati i objasniti način gibanja čestice, tijela i sustava ovisno o ograničenjima koje uzrokuju različiti spojevi,
- objasniti problem malih oscilacija i primijeniti na jednostavnije probleme iz građevinarstva koji se mogu javiti u specifičnim uvjetima opterećenja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno o kolegiju, kinematika materijalne točke, osnovni pojmovi (položaj, brzina, ubrzanje), pravocrtno gibanje.
  2. Krivolinijsko ravninsko gibanje materijalne točke, izbor koordinatnog sustava (pravokutni, prirodni, polarni), zakon gibanja. Primjeri krivolinijskog gibanja: kosi hitac, prijelazne krivine i petlje. Relativno gibanje materijalne točke.
  3. Dinamika materijalne točke, Newtonovi aksiomi, diferencijalna jednadžba gibanja, djelovanje sile ovisne o vremenu, brzini i pomaku.
  4. Pojam rada sile i kinetičke energije. Jednadžba rada i kinetičke energije. Gravitacijska i elastična potencijalna energija, energetski zakoni i njihova primjena na gibanje materijalne točke.
  5. Zakon promjene i održanja količine gibanja i momenta količine gibanja, impuls sile, sudar materijalne točke s podlogom i definicija koeficijenta restitucije.
  6. Centralni sudar materijalnih točaka. Dinamika sustava materijalnih točaka kod relativnog gibanja. Gibanje više materijalnih točaka povezanih kinematičkim ograničenjima (vezano gibanje).
  7. Kinematika krutog tijela. Kinematička ograničenja i oblici gibanja tijela (translacija i rotacija tijela oko nepomične osi, opće gibanje u ravnini). Izbor pomičnog ishodišta. Pol brzina i pol ubrzanja kod gibanja tijela. Osnovni teorem kinematike krutog tijela.
  8. Dinamika krutih tijela, centar mase i momenti tromosti mase, Steinerov stavak, jednadžbe gibanja tijela (Newtonov aksiom za translaciju i rotaciju tijela).
  9. Princip rada i energije kod gibanja tijela. Kinetička i potencijalna energija kod gibanja krutih tijela.
  10. Količina gibanja i moment količine gibanja, zakon impulsa i kinetičkog momenta kod krutih tijela. Sudar tijela i materijalne točke.
  11. Kinematika sustava krutih tijela - mehanizmi. Definicija relativnog pola brzina dvaju tijela i Kennedyev teorem. Plan infinitenzimalnih pomaka i primjena principa virtualnog rada, prevrtanje krutih blokova.
  12. Dinamika sustava krutih tijela. Primjeri primjene principa dinamike krutih tijela u dinamici konstrukcija.

13. Rušenja i uklanjanje građevina. Analiza gibanja građevina pri rušenju i određivanje unutarnjih sila pri gibanju.

- Vježbe (auditorne):
  1. Geometrijska interpretacija diferencijalno-integralnih odnosa za položaj, brzinu i ubrzanje kod pravocrtnog gibanja.
  2. Primjeri krivolinijskog gibanja materijalne točke, vektorski i prirodni način zadavanja gibanja, gibanje materijalne točke u polarnom koordinatnom sustavu.
  3. Definicija i rješavanje diferencijalne jednadžbe gibanja čestice.
  4. Primjena principa rada i kinetičke energije za gibanje čestice u horizontalnoj i vertikalnoj ravnini. Primjena energetskih zakona u horizontalnoj i vertikalnoj ravnini.
  5. Izrada zadataka uz primjenu zakona impulsa i kinetičkog momenta. Sudar materijalne točke s podlogom.
  6. Opis gibanja krutog tijela u ravnini. Određivanje brzina i ubrzanja točaka tijela te kutne brzine i kutnog ubrzanja tijela.
  7. Dinamika krutog tijela. Primjeri određivanja centra mase i momenta tromosti mase. Stainerov stavak. Definicija i rješavanje diferencijalnih jednadžbi gibanja krutog tijela.
  8. Primjena principa rada i kinetičke energije te energetskih zakona kod gibanja krutog tijela.
  9. Izrada zadataka uz primjenu zakona impulsa i kinetičkog momenta kod gibanja krutih tijela. Sraz tijela i materijalne točke.
  10. Primjeri titranja tijela s jednim stupnjem slobode uz pretpostavku infintenzimalnih pomaka. Određivanje početnih uvjeta pri titranju.
  11. Određivanje plana pomaka mehanizama i primjena teorema virtualnog rada.
  12. Određivanje faktora aktivacije mehanizma prevrtanja u primjeni na otkazivanje zidova izvan svoje ravnine.
  13. Određivanje unutarnjih sila tijekom gibanja tijela.
- Vježbe (konstrukcijske):
  1. Izrada zadataka iz područja kinematike i dinamike čestice i sustava čestica.
  2. Izrada zadataka iz područja kinematike i dinamike krutih tijela.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji ostvare prosječan broj bodova od 60% na redovnim kolokvijima i minimalno 50% na svakom kolokviju, oslobađaju se prvog dijela ispita,
- ocjena aktivnosti na vježbama i predavanjima: do 5% (pribraja se bodovima kolokvija).

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- srednja vrijednost ocjene kolokvija (ili prvog dijela ispita) i ocjene drugog dijela ispita.

Obvezna literatura:

1. Predavanja, riješeni zadaci i primjeri zadataka za vježbu na stranici kolegija http://www.grad.unizg.hr/predmet/meh2_b

Preporučena literatura:

1. Gross, D., Hauger, W., Schroder, J., Wall, W.A., Govindjee, S.; Engineering Mechanics - Dynamics, Springer, Berlin-Heidelberg, 2011.
2. Meriam, J.L., Kraige, L.G.; Engineering Mechanics - Dynamics, 6.th edition, John Wiley & Sons, Inc, 2008.
3. Beer, F.P., Johnston, E.R.; Vector Mechanisc for Engineers – Dynamics, McGraw-Hill, 1998.

A. Kiričenko , Tehnička mehanika II. dio, Kinematika, pbi d.o.o. Zagreb, 1997.

4. S. Jecić , Kinematika krutih tijela, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2002.

HIDROLOGIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (auditorne): 15

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja iz područja hidrologije, koja obuhvaćaju vodu i gibanje vode u prirodi, procese u atmosferi, hidrometriju, obradu hidrometrijskih podataka, primjenu vjerojatnosti i statistike u hidrologiji te parametarske metode za određivanje procesa otjecanja na slivu.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih statističkih principa i metoda, kako u empiriji, tako i u teoriji,
- poznavanje i razumijevanje fizikalnih svojstava tvari (faze tvari, gustoća, specifični volumen i količina tvari).

Programska povezanost:

- za upis kolegija: potpis iz kolegija Fizika.

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti osnovne pojmove o vodi, kruženju vode i prirodi, atmosferi, te procese i mjerenja u atmosferi,
- objasniti i primijeniti postupke proračuna u primjeni vjerojatnosti i statistici u hidrologiji (empirijska i kompromisna vjerojatnost, primjena teorijskih razdioba gustoće vjerojatnosti u hidrologiji, formiranje statističkih skupova hidroloških podataka, testovi homogenosti i prilagodbe, greške statističkih parametara),
- objasniti pojmove i primijeniti postupke osnovne analize meteoroloških podataka, hidrološke analize i elaboriranje hidroloških podataka,
- sposobni uočiti, promatrati i definirati problem vode u građevinarstvu,
- detektirati probleme u i opisu procesa otjecanja na slivu i raščlanjivanju istog na komponente, metodologiji određivanja otjecanja, te o ekstremnim uvjetima pojave otjecanja na slivu.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod u hidrologiju: osnovni pojmovi u hidrologiji, svojstva vode, hidrološki ciklus, hidrosfera, grane geofizike, discipline u hidrologiji.
2. Hidrometeorologija: atmosfera, parametri, mjerni instrumenti, sunčevo zračenje, tlak zraka, temperatura, vlažnost zraka, vjetar, isparavanje, oborine, mjerenje oborina, hidrometeorološki parametri u Hrvatskoj, klima Hrvatske.
3. Obrada podataka o oborinama: parametri oborina, količina i intenzitet oborina, sumarna krivulja oborine, hijetogram, ombrografski zapis, obrada podataka o oborinama, ITP krivulje, PTP krivulje, projektne oborine, homogenost podataka, krivulja dvostruke mase, raspodjela oborina u prostoru.
4. Proces otjecanja u slivu: sliv, razvodnica, riječna mreža, morfološke karakteristike sliva, otjecanje, proces otjecanja, direktno i bazno otjecanje, hidrogram, direktno otjecanje i efektivne oborine, koeficijent otjecanja, vrijeme koncentracije, utjecaji na otjecanje.
5. Jednadžba kontinuiteta i vodna bilanca: integralna jednadžba kontinuiteta, diferencijski oblik jednadžbe kontinuiteta, neprekidne funkcije u diskretnoj vremenskoj domeni, jednadžba vodne bilance, proces otjecanja, sliv kao prostorna jedinica, hidrološka godina, komponente vodne bilance.
6. Ostali procesi na slivu: isparavanje, intercepcija, zadržavanje vode u udolinama, topljenje snijega, infiltracija, perkolacija, filtracija, kapilarno izdizanje, vlažnost tla, model Hortona, model Philipa, važnost hidrologije, integralno upravljanje vodnim resursima, praktična primjena hidrologije, zadaci hidrologije, štete od prirodnih katastrofa.
7. Hidrometrija: hidrometrijski radovi, hidrološka mjerenja, mjerenje protoka, mjerenje razine podzemnih voda, osnove statistike u hidrologiji, obrada hidrometrijskih mjerenja, nivogram, hidrogram, krivulja učestalosti i trajanja, krivulja protoka.
8. Modeliranje u hidrologiji: hidrološki sustav, hidrološko modeliranje, metode hidroloških proračuna, model oborine-otjecanje, modeli efektivne oborine.
9. Modeli hidrograma direktnog otjecanja: metoda izokrona, racionalna metoda, mjerodavni intenzitet oborine, Ven Te Chow metoda, procjena vremena koncentracije.
10. Metoda jediničnog hidrograma: jedinični hidrogram, jedinični hidrogram drugog trajanja oborine.
11. Složeni hidrogram direktnog otjecanja: složeni hidrogram korištenjem racionalne metode, složeni hidrogram korištenjem metode jediničnog hidrograma.
12. Primjeri: Primjena racionalne metoda na praktičnom primjeru.
13. Osnove oceanologije: dinamika mora i oceana, plimne oscilacije, plimotvorna sila, struje u Jadranu, mjerenje morskih struja, primjeri iz prakse.

- Vježbe (auditorne):
  1. Hidrološki ciklus.
  2. Meteorologija.
  3. Količine oborina u točki.
  4. Prosječne oborine na slivu.
  5. Isparavanje, infiltracija.
  6. Bilanca vode.
  7. Hidrometrija.
  8. Efektivne oborine.
  9. Direktno otjecanje.
  10. Racionalna metoda.

11. Složeni hidrogram direktnog otjecanja.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba postići najmanje 20 bodova,
- redovito pohađanje vježbi,
- na kraju semestra jedan popravni kolokvij za stjecanje uvjeta za potpis i popravak ocjene.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- za oslobođenje od ispita treba postići najmanje 50 bodova ukupno na oba kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: uvjet za prolaz su točno riješeni zadaci i minimalno 50 bodova.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- oslobođenje od polaganja ispita putem kolokvija – treba ostvariti najmanje 50 bodova na kolokvijima čime se ostvaruje uvjet za ocjenu dovoljan.

Obvezna literatura:

1. Predavanja u obliku PPT prezentacije.
2. Žugaj, R.: Hidrologija, udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 2000.
3. Vuković, Ž.: Osnove hidrotehnike - Knjiga I, Poglavlje 2: Hidrologija, str. 19-133, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1996.
4. Hrelja, H.: Inženjerska hidrologija, Univerzitet u Sarajevu - Građevinski fakultet; Sarajevo, 2007.
5. Srebrenović, D.: Primijenjena hidrologija, Tehnička knjiga, Zagreb, 1986.
6. Chow, V.T.: Handbook of Applied Hydrology, McGrow-Hill book Company, New York, 1964.
7. Viessman, W.Jr., Lewis, L.G.: Introduction to Hydrology, Harper-Collins-College-Publishers, New York, 1996.

TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 3.

Bodovna vrijednost (ECTS): -

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 0
- vježbe 30

Ciljevi kolegija:

- …

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- …

Ishodi učenja kolegija:

- ….

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Košarka

2. Odbojka
3. Futsal
4. Rukomet
5. Stolni tenis
6. Badminton
7. Streljaštvo
8. Klizanje
9. Pješačke ture

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- za studente nastava se izvodi u obliku vježbi iz odabranog programa, a za sportske ekipe u obliku sportskog treninga sa različitim ciljevima trenažnog procesa,
- tijekom semestra student mora prisustvovati na 30 sati vježbi na odabranom programu ili na više odabranih programa.
- djelomično oslobođenje može se dobiti temeljem potvrde zdravstvenog oslobođenja od Zavoda za javno zdravstvo ili sportsko oslobođenje preko potvrde od sportskih klubova ili Olimpijskog odbora.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ispit se ne polaže.

Izborni kolegiji

GRADIVA

Bodovna vrijednost (ECTS): 5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 18, laboratorijske: 12)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o tehnologiji proizvodnje, svojstvima i upotrebi građevinskih materijala,
- stjecanje praktičnih znanja o laboratorijskim ispitivanjima osnovnih svojstava građevinskih materijala,
- stjecanje znanja o projektiranju sastava betona,
- stjecanje znanja o kontroli kvalitete građevinskih materijala.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje fizikalnih, mehaničkih i toplinskih svojstava materijala,
- poznavanje kemijskih aspekata gradiva,
- poznavanje osnova statistike.

Programska povezanost:
- za upis kolegija: položen ispit iz kolegija Matematika 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Fizika i Poznavanje materijala.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:
- opisati tehnologiju proizvodnje različitih građevinskih materijala,
- objasniti načine ispitivanja relevantnih svojstava građevinskih materijala,
- objasniti mehanizme djelovanja iz okoliša na građevinske materijale,
- projektirati sastav betona,
- usporediti svojstva različitih građevinskih materijala,
- ispitati osnovna fizikalna svojstva građevinskih materijala,
- primijeniti rezultate ispitivanja građevinskih materijala.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvod; Informacije o materijalima [2]
  2. Kamen [2]
  3. Agregat [2]
  4. Keramički materijali [2]
  5. Mineralna veziva [2]
  6. Mortovi. Žbuke [2]
  7. Beton 1 [2]
  8. Beton 2; Dodaci betonu [2]
  9. Ugljikovodična veziva [2]
  10. Metali [2]
  11. Drvo [2]

12. Polimerni materijali [2]
13. Staklo [2]
14. Ljepila. Boje i lakovi. Izolacije [2]
15. Kontrola, osiguranje i upravljanje kvalitetom [2]

- Vježbe (auditorne):
  1. Kamen [2]
  2. Agregat. Keramika. [2]
  3. Veziva. Mort. Injekcijske smjese. [2]
  4. Svježi beton [2]
  5. Očvrsnuli beton [2]
  6. Mehanička svojstva građevinskih materijala [2]
- Vježbe (laboratorijske):
  1. Kamen [2]
  2. Agregat [2]
  3. Keramika [2]
  4. Cement: Mort [2]
  5. Beton [2]
  6. Mehanička svojstva građevinskih materijala [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75%,
- pohađanje auditornih i laboratorijskih vježbi 100%,
- izrada 2 programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25 %; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 60% te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave i predaju programa, oslobađaju se pisanog dijela ispita,
- ocjena postignuta tijekom semestra: kolokviji 50 %, ocjene provjere znanja na laboratorijskim vježbama i programi 40 %, pohađanje nastave 10 %.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50 %,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio ispita: 50 %, usmeni ispit: 50 %,
- za studente koji su oslobođeni pisanog dijela ispita: ocjena postignuta tijekom semestra 60 %, usmeni ispit 40 %.

Obvezna literatura:

1. Banjad Pečur, I.; Štirmer, N.: Interna skripta iz Gradiva, http://www.grad.unizg.hr/predmet/gra_b
2. Bjegović, D.; Štirmer, N.: *Teorija i tehnologija betona*, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Tiskara Zelina, 2015.
3. Ukrainczyk, V.: *Poznavanje gradiva*, Alcor, Zagreb, 2001.
4. Ukrainczyk, V. *Beton: struktura, svojstva, tehnologija*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1994.
5. Bjegović, D., Balabanić G., Milulić, D. *Građevinski materijali – zbirka riješenih zadataka*, Građevinski fakukltet, Zagreb, 2007.

6. Netinger, I.; Vračević, M.; Bačkalić, Z.: *Opeka - od sirovine do gotovog proizvoda*, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet u Osijeku, Grafika, 2014.
7. Crnković, B.; Šarić, Lj.:*Građenje prirodnim kamenom*, Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb, 2012.
8. Domone, P.; Illston, J. (eds): *Construction Materials: Their Nature and Behaviour*, Fourth Edition, Spon Press, 2010.

OSNOVE TEHNOLOGIJE BETONA

Bodovna vrijednost (ECTS): 5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 16, laboratorijske: 10, konstrukcijske: 4)

Ciljevi kolegija:

- osnovno znanje o betonu kao građevinskom materijalu,
- uvid u tehnologiju proizvodnje, ugradnje i njegovanja betona,
- dojam o pojedinim sastojcima u betonu i njihovim udjelima,
- uvid u kompleksnost betona i njegovih sastojaka,
- pregled različitih vrsta betona i svojstava.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: položen ispit iz kolegija Matematika 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Fizika i Poznavanje materijala.

Ishodi učenja kolegija:

- osnovno znanje o svojstvima betona u svježem i očvrsnulom stanju,
- znanje o svojstvima komponenti betona (cement, agregat, dodatci) i povezivanje utjecaja svojstava komponenti na svojstva betona,
- znanje o primjeni određene tehnologije betona u ovisnosti o vrsti konstrukcije,
- sposobnost samostalnog projektiranja sastava betona,
- osnovno znanje o degradacijskim procesima betona i sposobnost raspoznavanja pojedinih oštećenja betona,
- razumijevanje načina dokazivanja kvalitete betona u betonari i na gradilištu pomoću laboratorijskih i terenskih metoda ispitivanja,
- osnovna znanja o međusobnoj interakciji vrste betona, načinu proizvodnje, transporta, ugradnje i njegovanja,
- poznavanje specijalnih vrsta i posebnih tehnologija betona.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod [2]
  2. Cement [2]
  3. Agregat. Voda i aditivi [2]

  Posjeta šljunčari
  4. Svježi beton i projektiranje sastava betona [2]

  Posjeta betonari
  5. Čvrstoća betona [2]

6. Deformacije betona [2]
7. Trajnost betona [2]
8. Proizvodnja i projektiranje sastava betona [2]
9. Ugradnja i njegovanje betona. Betoniranje u ekstremnim klimatskim uvjetima [2]
10. Specijalni betoni [4]
11. Posebne tehnologije betona [2]
12. Kontrola kvalitete betona i njegovih komponenata [2]
13. Primjeri iz praktične primjene [4]

- Auditorne vježbe:
  1. Fizikalni parametri gradiva. Cement [2]
  2. Agregat [2]
  3. Svježi beton i projektiranje sastava betona [2]
  4. Očvrsnuli beton [2]
  5. Deformacije [2]
- Laboratorijske vježbe:
  1. Fizikalni parametri gradiva. Cement [2]
  2. Agregat [2]
  3. Svježi beton i projektiranje sastava betona [2]
  4. Očvrsnuli beton [2]
  5. Deformacije [2]
- Konstrukcijske vježbe:
  1. Predaja programa [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje na predavanjima: 75%,
- prisustvovanje na auditornim vježbama: 100%,
- prisustvovanje na laboratorijskim vježbama: 100%,
- 2 kolokvija: minimalno 25 % bodova na svakom kolokviju.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- oslobođenje od pisanog djela ispita: treba ostvariti najmanje 60% bodova na svakom kolokviju i prosječnu ocjenu 3,5 iz kolokvija na laboratorijskim vježbama,
- ocjena postignuta tijekom semestra: kolokviji 70%, seminar 20%; pohađanje nastave 10%.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba točno riješiti najmanje 60% bodova i obavezne zadatke,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio ispita 50%, usmeni ispit 50%,
- za studente koji su oslobođeni pisanog dijela ispita: ocjena postignuta tijekom semestra 60%, usmeni ispit 40%.

Obvezna literatura:

1. Bjegović, D.; Balabanić, G.; Mikulić, D.: *Građevinski materijali – riješeni zadaci*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2007.
2. Bjegović, D., Štirmer, N.: Teorija i tehnologija betona, Sveučilišta u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2015.

Preporučena literatura:

1. Ukrainczyk, V.: Beton: struktura, svojstva, tehnologija, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 1994.
2. Krstulović, P.: Svojstva i tehnologija betona, Građevinski fakultet Sveučilišta: Instutut građevinarstva Hrvatske, Poslovni centar Split, Split, 2000.
3. Đureković, A.: Cement, cementni kompozit i dodaci za beton, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
4. Mehta P.K.: Concrete, Structure, Properties and materials, New Yersey: Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs,1986.
5. Neville, A.M.: Properties of concrete, fourth edition. Essex: Longman Group Limited,1995.

2. godina, 4. semestar

Obvezni kolegiji

OTPORNOST MATERIJALA 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 5,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 45
- vježbe: 30 (auditorne: 24, laboratorijske: 2, projektantske: 4)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o zakonitostima nauke o čvrstoći u području teorije konstrukcija,
- stjecanje praktičnih znanja potrebnih za razumijevanje i rješavanje manjih tehničkih problema koji su vezani za dimenzioniranje i provjeru čvrstoće elemenata inženjerskih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa,
- poznavanje mehanike (statike i kinematike), analize naprezanja i deformacija i proračuna naprezanja i deformacija ravnih štapova od pojedinačnih unutarnjih sila (uzdužnih i poprečnih, momenta torzije i momenta savijanja).

Programska povezanost:
- za upis kolegija: potpis iz kolegija Otpornost materijala 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Otpornost materijala 1.

Ishodi učenja kolegija:
- prepoznati statičku neodređenost i riješiti jednostavne statički neodređene sisteme,
- rješavati jednostavne slučajeve nosača na elastičnoj podlozi,
- koristiti osnovne teorije čvrstoće pri dimenzioniranju elemenata konstrukcija opterećenih višeosnim stanjem naprezanja,
- analizirati naprezanja složeno opterećenih štapova, odrediti jezgru poprečnog presjeka i primijeniti je pri kosom savijanju i ekscentričnom opterećenju,
- odrediti i shvatiti važnost središta posmika kod tankostijenih poprečnih presjeka,
- proračunati naprezanje i deformacije kod štapova velike zakrivljenosti i uočiti razliku u odnosu na ravne štapove,
- objasniti i primijeniti princip o minimumu potencijalne energije deformacija,
- objasniti problem gubitka stabilnosti (izvijanja) ravnih štapova i dimenzionirati štapove opterećene na izvijanje,
- proračunati jednostavnije statički određene i statički neodređene konstrukcije po teoriji plastičnosti.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Statički neodređeni nosači. Rješavanje jednostavnijih statički neodređenih nosača. Kontinuirani nosači. [3]

2. Nosač na elastičnoj podlozi. Diferencijalna jednadžba elastične linije nosača na elastičnoj podlozi. Beskonačno i polubeskonačno dugački nosač na elastičnoj podlozi. Nosač konačne duljine na elastičnoj podlozi. Nosač na jednako razmaknutim elastičnim ležajevima. [3]
3. Teorije čvrstoće. Teorija najvećih normalnih naprezanja. Teorija najvećih normalnih deformacija. Teorija najvećih posmičnih naprezanja. Teorija potencijalne energije deformacija. Teorija potencijalne energije promjene oblika. [3]
4. Mohrova teorija čvrstoće. Usporedba i primjena teorija čvrstoće. [3]
5. Savijanje silama nesimetričnog štapa. Središte posmika. [3]
6. Složeno opterećenje ravnih štapova. Zajedničko djelovanje uzdužne sile i momenta savijanja, uzdužne sile i kosog savijanja. Ekscentrično opterećenje kratkih štapova. Jezgra poprečnog presjeka. [3]
7. Primjena jezgre poprečnog presjeka na koso savijanje i ekscentrični pritisak. Naprezanje u presjeku pri isključenju vlačne zone. Aksijalno opterećenje i savijanje kompozitnog nosača. Provjera čvrstoće pri poprečnom savijanju ravnoga štapa. Složeno opterećenje štapova – savijanje i torzija. [3]
8. Potencijalna energija. Rad vanjskih sila i potencijalna energija deformacije. Potencijalna energija deformacije izražena kao rad unutarnjih sila. Teorem o uzajamnosti radova. Teorem o uzajamnosti pomaka. Castiglianovi teoremi. [3]
9. Crotti-Engesserov teorem. Metoda jediničnog opterećenja. Primjena Castiglianovih teorema na rješavanje statički neodređenih zadataka. Teorem o minimumu potencijalne energije deformacija. Određivanje pomaka na statički neodređenim sustavima. Totalna potencijalna energija sustava. Teorem o stacionarnosti potencijalne energije sustava. [3]
10. Teorija zakrivljenih štapova. Naprezanja i deformacije zbog uzdužne i poprečne sile. Čisto savijanje zakrivljenoga štapa. Štapovi velike i male zakrivljenosti. Određivanje polumjera zakrivljenosti neutralnoga sloja. Opći slučaj savijanja zakrivljenoga štapa. Racionalni oblici poprečnoga presjeka zakrivljenog štapa pri čistom savijanju. [3]
11. Izvijanje, gubitak elastične stabilnosti. Vrste ravnoteže i kritično opterećenje. Statička i energijska metoda određivanja kritične sile pri izvijanju štapa. Izvijanje štapa u elastičnom području. Eulerova kritična sila za osnovne slučajeve pričvršćenja štapa. [3]
12. Kritično naprezanje pri izvijanju. Izvijanje štapa u plastičnom području. Empirijski izrazi za kritično naprezanje. Dimenzioniranje štapova opterećenih na izvijanje. Izvijanje štapova s početnom zakrivljenosti. Ekscentrično opterećenje vitkih štapova. Utjecaj aksijalnog opterećenja na savijanje štapa. [3]
13. Proračun konstrukcija prema teoriji plastičnosti. Prandtlov model idealnog elastoplastičnog materijala. Uvjeti plastičnosti. Torzija štapa u plastičnom području. Utjecaj rasterećenja zaostala naprezanja pri torziji. Statički neodređeni sustavi pri torziji. [3]
14. Plastično savijanje ravnog štapa. Utjecaj rasterećenja -zaostala naprezanja pri savijanju. Deformacija nosača pri elastoplastičnom savijanju. Savijanje i aksijalno opterećenje. Statički neodređene konstrukcije. Statički i kinematički teoremi. Dimenzioniranje konstrukcija prema teoriji plastičnosti, odnosno prema teoriji graničnih stanja. [3]
15. Rekapitulacija tema obrađenih tijekom semestra. Pripreme za ispit. [3]

- Vježbe (auditorne):
  1. Jednostavniji statički neodređeni sustavi [2]

2. Kontinuirani nosač i nosač na elastičnoj podlozi [2]
3. Ekscentrično opterećenje kratkih štapova. Jezgra poprečnog presjeka. [2]
4. Primjena jezgre poprečnog presjeka na koso savijanje i ekscentrični pritisak [2]
5. Središte posmika [2]
6. Teorija čvrstoće [4]
7. Potencijalna energija deformacija. [3]
8. Štapovi velike zakrivljenosti [2]
9. Izvijanje [2]
10. Proračun statički neodređenih sustava prema teoriji plastičnosti [2]

- Vježbe (laboratorijske):
  1. Eksperimentalno određivanje naprezanja u nosaču opterećenom na savijanje. Eksperimentalna provjera teorema o uzajamnosti pomaka i ponašanje tankostijenih ravnih štapova (središte posmika). Eksperimentalno određivanje kritičnog opterećenja pri izvijanju ravnog štapa. [2]
- Vježbe (projektantske):
  1. Rješavanje zadataka iz područja vezanih za 1. kolokvij (statički neodređeni sustavi, jezgra poprečnog presjeka, središte posmika i teorije čvrstoće). [2]
  2. Rješavanje zadataka iz područja vezanih za 2. kolokvij (potencijalna energija, izvijanje i teorija plastičnosti). [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje predavanjima 75% i vježbama 100%.
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti minimalno 25% bodova.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- kolokviji: studenti koji na redovnim kolokvijima ostvare prosjek od 60% bodova uz uvjeta da ostvare minimalno 50% na svakom kolokviju, oslobađaju se prvog dijela ispita (zadatci).

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kontrola prisustvovanja vježbama i predavanjima 10%,
- kolokviji ili pisani dio ispita 60%,
- usmeni dio ispita 30%.

Obvezna literatura:

1. Šimić, V.: *Otpornost materijala II*, Školska knjiga, Zagreb, 2002.
2. Šimić, V.: *Otpornost materijala I*, Školska knjiga, Zagreb, 2002.

Preporučena literatura:

1. Goodno, B. J.; Gere, J. M.: *Mechanics of Materials*, deveto izdanje, Cengage Learning, 2018.
2. Hibbeler, R. C.: „Mechanics of Materials“, deveto izdanje, Prentice Hall, 2014.
3. Alfirević, I.: *Nauka o čvrstoći II*, Golden marketing, Zagreb, 1999.
4. Timošenko, S.: *Otpornost materijala I i II*, Građevinska knjiga, Beograd, 1965.
5. Brnić, J.; Turkalj, G.: *Nauka o čvrstoći II*, Zigo, Rijeka, 2006.

GRAĐEVNA STATIKA 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 60
- vježbe: 45 (auditorne: 39, računalne: 3, projektantske: 3)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o ponašanju konstrukcija pod opterećenjem i drugim djelovanjima te o načinima prijenosa sila,
- stjecanje praktičnih znanja o postupcima linearnog proračuna statički određenih i statički neodređenih štapnih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa (uključujući obične diferencijalne jednadžbe) te linearne algebre,
- poznavanje statike materijalne točke, sustava točaka, krutoga tijela i spojenih sustava,
- razumijevanje pojmova naprezanja i deformacija te unutarnjih sila.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: položen ispit iz kolegija Mehanika 1.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati geometrijsku nepromjenjivost i statičku određenost ili neodređenost štapne konstrukcije,
- objasniti uvjete ravnoteže u ravnini i prostoru i primijeniti ih u izračunavanju vanjskih i unutarnjih sila,
- objasniti i primijeniti analitičke i grafičke postupke proračuna statički određenih ravninskih i prostornih konstrukcija,
- objasniti pojam virtualnog rada i usporediti ga s uvjetima ravnoteže i kinematičkim uvjetima,
- objasniti varijacijske teoreme i usporediti ih s uvjetima ravnoteže i kinematičkim uvjetima,
- objasniti i primijeniti analitičke postupke proračuna statički neodređenih konstrukcija,
- objasniti i primijeniti analitičke i grafičke postupke određivanje pomaka i progibnih linija,
- primijeniti utjecajne funkcije za izračunavanje utjecaja pokretnih opterećenja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Predmet, zadaća i metode GS. Konstrukcija i njezina proračunska shema. Štapne konstrukcije. Geometrijska nepromjenjivost, statička određenost i statička neodređenost.
     Osnovne pretpostavke i načela. Diferencijalne i integralne jednadžbe ravnoteže. Statički određeni nosači s jednim diskom: grafički i analitički postupci proračuna. [4]
  2. Gerberovi nosači: analitički postupak proračuna. [2]
     Gerberovi nosači: primjena principa superpozicije. [2]
  3. Rešetkasti nosači: geometrijska nepromjenji-vost i statička određenost; metode čvorova – grafički i analitički postupci. [2]
     Rešetkasti nosači: metode presjeka – grafički i analitički postupci [2]
  3. Trozglobni i srodni nosači (nosači sa zategama, ojačani, poduprti i obješeni nosači): grafički postupci proračuna. [2]

Trozglobni i srodni nosači: grafički i analitički postupci proračuna. [2]

4. Trozglobni i srodni nosači: analitički postupci proračuna. [2]
   Trozglobni i srodni nosači: primjena principa superpozicije. [2]
5. Elastični sistemi: pomaci i progibne linije. Bernoulli – Eulerova i Timošenkova teorija savijanja. [2]
   Rad. Teorem o virtualnim pomacima. [2]
6. Teorem o virtualnim silama. Metoda jedinične sile. [2]
   Statički neodređene konstrukcije: karakteristike; metode rješavanja. [2]
7. Metoda sila: osnovna zamisao. [2]
   Metoda sila: osnovni sistem; jednadžbe neprekinutosti. [2]
8. Metoda sila: rješavanje sustava jednadžbi. [2]
   Metoda sila: prisilni pomaci; redukcijski stavak. [2]
9. Metoda sila: utjecaj topline; deformacijska kontrola. [2]
   Metode pomaka, opća i inženjerska. [2]
10. Opća metoda pomaka: matrična formulacija; algoritam. [2]
    Opća metoda pomaka: statička i kinematička kondenzacija. [2]
11. Opća metoda pomaka: prisilni pomaci; simetrija i antimetrija. [2]
    Uvod u metodu konačnih elemenata. [2]
12. Skiciranje progibnih linija (Mohrova analogija). [2]
    Utjecajne funkcije i utjecajne linije: definicije, primjena. [2]
13. Prostorni statički određeni sistemi: geometrijska nepromjenjivost, statička određenost; grafički i analitički postupci proračuna. [2]
    Prostorni statički određeni sistemi: Schwedlerova „kupola", Föpplova „ljuska". [2]
14. Prostorni statički neodređeni sistemi: rešetkasti sistemi (opća metoda pomaka). [2]
    Prostorni statički neodređeni sistemi: gredni sistemi (opća metoda pomaka). [2]

- Vježbe (auditorne):
  1. Statički određeni sistemi s jednim diskom. [3]
  2. Gerberovi nosači: analitički postupak proračuna [3]
  3. Gerberovi nosači: grafički postupak proračuna. Rešetkasti nosači. [3]
  4. Trozglobni i srodni nosači: grafički postupak proračuna. [3]
  5. Trozglobni i srodni nosači: analitički postupak proračuna [3]
  6. Trozglobni i srodni nosači: primjena principa superpozicije [3]
  7. Određivanje pomaka i kutova zaokreta [3]
  8. Metoda sila [9]
- Vježbe (računalne):
  1. Primjena računala u proračunu konstrukcija [3]
- Vježbe (projektantske):
  1. Izrada i predaja programa. [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada 3 programa uz u razgovoru s asistentom pokazano dostatno razumijevanje,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,

- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita i mogu pristupiti (neobveznom) teorijskom kolokviju na kojem se mogu osloboditi i dijela usmenog ispita .

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 10%, kolokviji ili pisani dio ispita 50-60%, usmeni dio ispita 30-40%.

Obvezna literatura:

1. V. Simović: *Građevna statika 1*, Građevinski institut, Zagreb, 1988.
2. M. Anđelić: *Građevna statika 2*, Građevinski fakultet, Zagreb, 2005.
3. M. Anđelić: *Statika neodređenih štapnih konstrukcija*, DHGK, Zagreb, 1993.
4. K. Fresl: *GS – Bilješke i skice s predavanja*, http://master.grad.hr/nastava/gs (zajedničke mrežne stranice za Građevnu statiku 1. i Građevnu statiku 2.)
5. P. Gidak, E. Šamec: Statički neodređeni sistemi, (http://master.grad.hr/nastava/gs/gs2/e_sns.pdf)

Preporučena literatura:

1. M. Sekulić: *Teorija linijskih nosača*, Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
2. L. P. Felton, R. B. Nelson: *Matrix Structural Analysis*, Wiley, New York, 1997.

UVOD U KONSTRUKTORSKO INŽENJERSTVO

Bodovna vrijednost (ECTS): 2

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o globalnoj stabilizaciji objekata izrađenih od različitih materijala,
- stjecanje znanja iz područja osnova pouzdanosti konstrukcija,
- stjecanje sposobnosti za sinergijski pristup projektiranju s arhitektima,
- stjecanje teorijskih znanja o određivanjima osnovnih djelovanja na konstrukciju i njihovim učincima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje statike krutog tijela i spojenih sustava,
- razumijevanje i sposobnost primjene uvjeta ravnoteže u ravnini i prostoru,
- sposobnost prostornog sagledavanja konstrukcije,
- poznavanje osnova elemenata visokogradnje.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: položen ispit iz kolegija Mehanika 1. i Visokogradnje.

Ishodi učenja kolegija:

- sposobnost izrade dispozicijskih rješenja jednostavnijih konstrukcija izgrađenih od različitih materijala betona, čelika i drveta,

- prepoznavanje ključnih čimbenika vezanih za pouzdanost konstrukcija,
- sposobnost određivanja djelovanja na konstrukcije i njihovih proračunskih situacija za različita granična stanja,
- sposobnost korištenja europskih konstrukcijskih normi za djelovanja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Konstruktorsko inženjerstvo. Koncept projektiranja u konstruktorskom inženjerstvu prema europskim normama EUROCODE. Osnovni postupci pri projektiraju konstrukcija: planiranje, određivanje preliminarnog oblika građevine. [2]
  2. Osnovni postupci pri projektiranju konstrukcija: određivanje djelovanja. [2]
  3. Osnovni postupci pri projektiranju konstrukcija: preliminarni odabir nosivih elemenata i sustava s obzirom na prijenos djelovanja, odabir rubnih uvjeta i sustava stabilizacije. [2]
  4. Osnovni postupci pri projektiranju konstrukcija: preliminarni odabir nosivih elemenata i sustava s obzirom na prijenos djelovanja, odabir rubnih uvjeta i sustava stabilizacije. [2]
  5. Osnovni postupci pri projektiranju konstrukcija: proračun, vrednovanje i konačno projektiranje. Izvedba i održavanje konstrukcije. [2]
  6. Uobičajena rješenja dispozicije objekata izvedenih od različitih građevinskih materijala. [6]
  7. Osnove inženjerske pouzdanosti [6]
  8. Koncepcija pouzdanosti ugrađena u europske norme Eurokod [2]
  9. Načini određivanja djelovanja [2]
  10. Proračunske situacije za različita granična stanja i učinci djelovanja [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja,
- najmanje po 25 % bodova na svakom od dva kolokvija na kojima se provjerava razina stečenog teorijskog znanja (popravni kolokviji na kraju semestra za one studente koji nisu ostvarili barem 25 % bodova na jednom ili oba kolokvija ili žele popraviti uspjeh ostvaren na redovnom kolokviju).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 2 kolokvija

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni ispit (može se osloboditi polaganja ispita uz ostvarivanje najmanje 60 % bodova na svakom od kolokvija),
- za prolaznu ocjenu na ispitu treba ostvariti najmanje 60 % bodova.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena ispita formira se na temelju bodova prikupljenih tijekom semestra i bodova ostvarenih na prolazno ocijenjenom pisanom dijelu ispita. Za prolaz na ispitu potrebno je prikupiti minimalno 60 % ukupnih bodova.

Obvezna literatura:

1. Eurokod 0: *Osnove projektiranja konstrukcija* (EN 1990:2002+A1:2005+A1:2005/AC:2010)
2. Eurokod 1: *Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-1: Opća djelovanja -- Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja zgrada* (EN 1991-1-1:2002+AC:2009)

3. Eurokod 1: *Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-2: Opća djelovanja -- Djelovanja na konstrukcije izložene požaru* (EN 1991-1-2:2002+AC:2009)
4. Eurokod 1: *Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-3: Opća djelovanja -- Opterećenja snijegom* (EN 1991-1-3:2003/A1:2015)
5. Eurokod 1: *Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-4: Opća djelovanja -- Djelovanja vjetra* (EN 1991-1-4:2005+AC:2010+A1:2010)
6. Eurokod 1: *Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-5: Opća djelovanja -- Toplinska djelovanja* -- Nacionalni dodatak
7. Eurokod 1: *Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-6: Opća djelovanja -- Djelovanja tijekom izvedbe* (EN 1991-1-6:2005+AC:2008)
8. Eurokod 1: *Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-7: Opća djelovanja -- Izvanredna djelovanja*
9. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Metalne konstrukcije 1*; IGH, Zagreb, 1994.
10. Bjelanović, A.; Rajčić, V.: *Drvene konstrukcije prema europskim normama*; Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2005. (drugo izdanje 2007.)
11. Milčić, V; Peroš, B.: *Uvod u teoriju sigurnosti nosivih konstrukcija*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2003.
12. Kind-Barkauskas, F.; Kauhsen, B.; Polonyi, S; Brandt, J.: *Beton Atlas*; Institut fur internationale Architektur-Dokumentation GmbH, Munchen, 2013.
13. Schulitz, H.C.; Sobek, W.; Habermann, K.J.: *Stahlbau Atlas*; Institut fur internationale Architektur-Dokumentation GmbH, Munchen, 1999.
14. Herzog, T.; Nattere, J.; Schweitezer, R.; Volz, M.; Winter, W.: *Holzbau Atlas*; Institut fur internationale Architektur-Dokumentation GmbH, Munchen, 2003.
15. Nastavni materijali kolegija dostupni na internetskim stranicama Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

MEHANIKA TLA

Bodovna vrijednost (ECTS): 5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe (auditorne): 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o ponašanju tla u raznim uvjetima,
- primjena teorijskih znanja pri rješavanju jednostavnijih geotehničkih problema.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje parcijalnih diferencijalnih jednadžbi, beskonačnih redova i trigonometrije,
- razumijevanje tlaka vode,
- razumijevanje i sposobnost primjene uvjeta ravnoteže u ravnini,
- razumijevanje pojmova naprezanja i deformacija te Mohrove kružnice naprezanja.

Ishodi učenja kolegija:

- definirati sve parametre tla, princip efektivnih naprezanja, potencijale za strujanje vode kroz tlo te posmičnu čvrstoću u dreniranim i nedreniranim uvjetima,
- objasniti granulometrijski dijagram, granice konzistencije te osnovne terenske i laboratorijske pokuse za tlo,
- primijeniti sve osnovne principe mehanike tla,

- skicirati relevantne dijagrame iz mehanike tla,
- izračunati granična stanja nosivosti i uporabivosti prema Eurokodu 7.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod u mehaniku tla [3]
  2. Osnovna svojstva tla i fazni odnosi [3]
  3. Granulometrijski sastav tla; granice konzistencije sitnozrnog tla [3]
  4. Kapilarnost, klasifikacija tla, zbijanje tla [3]
  5. Tečenje vode kroz tlo [3]
  6. Početna naprezanja u tlu [3]
  7. Dodatna naprezanja u tlu [3]
  8. Slijeganje i konsolidacija tla [3]
  9. Posmična čvrstoća tla [3]
  10. Terenski istražni radovi [3]
  11. Plitko temeljenje [3]
  12. Potporne konstrukcije [3]
  13. Stabilnost kosina [3]
- Vježbe (auditorne):
  1. Uvod [2]
  2. Fazni odnosi [2]
  3. Klasifikacija tla [2]
  4. Tečenje vode kroz tlo (koef.propusnosti s promjenjivim i konstantnim padom potencijala, geodetska i piezometarska visina, hidraulički potencijal, porni tlak, hidr.gradijent) [2]
  5. Tečenje vode kroz tlo 2D (hidraulički gradijent, strujna mreža i protok) [2]
  6. Početna naprezanja u tlu (ukupna naprezanja, efektivna naprezanja, porni tlakovi, horizontalno uslojeno tlo) [2]
  7. Dodatna naprezanja u tlu [2]
  8. Posmična čvrstoća tla [2]
  9. Plitko temeljenje [4]
  10. Duboko temeljenje [2]
  11. Potporne konstrukcije [2]
  12. Stabilnost kosina [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi
- 2 programa (predana na vrijeme i riješena točno)
- 25 % bodova na 1. kolokviju (popravni kolokvij samo za studente koji imaju manje od 25 % bodova na 1. kolokviju)

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- pohađanje predavanje i vježbi
- 1. kolokvij: minimalno 25 % , ili na popravnom kolokviju minimalno 25 %,
- riješena 2 programa u zadanom roku
- 2. kolokvij (za studente koji imaju više od 70 % bodova na prvom kolokviju)

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit iz teorije i zadataka (ako student na 1. i 2. kolokviju u sumi ima 55 ili više ukupnih bodova, oslobođen je ispita).

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani ispit

Obvezna literatura:

1. Nastavni materijali dostupni na web stranici kolegija.
2. Materijali za vježbe dostupni na web stranici kolegija.

Preporučena literatura:

1. Roje-Bonacci, Tanja: *Mehanika tla*, II. dopunjeno i izmijenjeno izdanje, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, 280 str.

GRAĐEVINSKA REGULATIVA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje početnih teorijskih znanja:
  - o pravnim počelima (ili pravnim pojmovima),
  - o upravnom, trgovačkom i obveznom pravu;
- dobivanje teorijskih i praktičnih znanja iz stručnih područja graditeljske regulative:
  - prostornog uređenja i
  - gradnje;
- informiranje polaznika:
  - o bitnim postojećim domaćim i stranim strukovnim udrugama za građevinare,
  - o osnovama pozitivne tehničke regulative i zaštiti na radu za građevinare.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- prethodno odslušano nastavno gradivo iz kolegija:
  - Visokogradnje,
  - Poznavanje materijala ili Gradiva i
  - Geodezije;
- nije uvjetovano, ali poželjno bi bilo da su studenti odslušali i položili jedan od navedenih izbornih kolegija:
  - Sociologija rada i profesionalna etika,
  - Osnove prava za građevinare,
  - Poslovna ekonomija.

Ishodi učenja kolegija:

- upoznavanje studenata s ulogom i odredbama temeljnih zakona i pozitivnih propisa koji uvjetuju koncipiranje, definiranje i ostvarenje građevinskog pothvata ili projekta u svjetlu prava i obveza njegovih glavnih sudionika:
  - što organizatori građenja podrazumijevaju pod pojmom graditeljski projekt?
  - tko su temeljni sudionici pri realizaciji graditeljskog projekta i koje su njihove stručne i zakonske obveze?
  - na koji način ostvariti graditeljski projekt i uz pomoć koje vrste projektno-tehničke
  - dokumentacije i na temelju kojih legalnih regulativnih rješenja ili uvjeta gradnje?
  - na koji pravomoćan način steći pravo korištenja i uporabe novoizgrađene građevine?

- koje su zakonske mogućnosti radne i fizičke zaštite građevinara kao menadžera ili izvršitelja?
- kakva je postojeća tehnička regulativa i u koje bi se strukovne udruge valjalo učlaniti?

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

Predavanja:

1. *Pravna počela:* Pravna norma. Sustav, izvori i subjekti prava. Pravni odnosi i poslovi [2]
2. Zakon o prostorom uređenju. Sustav prostornog uređenja: ciljevi, načela i subjekti prostornog uređenja, praćenja stanja u prostoru, Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske, uređenje građevinskog zemljišta, provedba prostornih planova. [2]
3. Razvoj regulative prostornog uređenja. Urbana komasacija. Vrste prostornih planova. Lokacijski uvjeti, lokacijska dozvola, lokacijska informacija. Idejni projekt [2]
4. Zakon o gradnji. Glavni i izvedbeni projekt. Tipski projekt. Temeljni zahtjevi za građevinu. Sustavi označavanja i revidiranja projektne tehničke dokumentacije. [2]
5. Regulativna rješenja za gradnju. Zahvati koji se mogu izvoditi u prostoru bez ishođenja dozvola. Tender projekti. Specifični primjeri kod obnova (poslijeratne, poplava, potresi). [2]
6. Potrebna dokumentacija pri postupcima ishođenja dozvola. Uloga i nadležnosti inspekcijskog i upravnog nadzora. Oblik, izgled i primjena gradilišne dokumentacije [2]
7. Zakon o poslovima i djelatnostima prostornoga uređenja i gradnje. Temeljni sudionici u projektu gradnje. Poslovi projektiranja i stručnog nadzora. Sustavi organizacije djelatnosti projektiranja i stručnog nadzora. Izvođenje radova i usluga. [2]
8. Strukovne udruge: Hrvatska komora arhitekata i Hrvatska komora inženjera u graditeljstvu, sudačka mreža, Hrvatska udruga energetskih certifikatora, Hrvatska udruga za upravljanje projektima. Svrha, ustrojstvo, akti, dokumentacija, zakonski uvjeti i sustav osiguranja. Ovlaštenja [2]
9. Ostale vrste domaćih i stranih strukovnih udruga. Ciljevi. Autonomni dokumenti. Sustav djelovanja.
   Tehnička regulativa: Sustavi normizacije i kontrole kvalitete građevinskih proizvoda. FIDIC.
   Zaštita građevinara: Zakonski izvori radnog prava i zaštite na radu. Zakonodavstvo, sindikati [2]
10. Ugovori i ugovaranja. Pripremanje ponude, nuđenje, ugovaranje i ustupanje radova i usluga. Postupci primopredaje i završni obračun radova i usluga [2]
11. Ishođenje rješenja-dozvola za uporabu i korištenje građevine. Ishođenje rješenja-dozvola za uklanjanje građevine [2]
12. Zaštita na radu. Zakonodavni okvir zaštite na radu. Koordinatori zaštite na radu. Plan izvođenja radova. [2]
13. Zone opasnosti na gradilištu. Znakovi opasnosti i obaveze prije, za vrijeme i nakon građenja, vezane za zaštitu na radu. Zaštita na radu kod grubih građevinskih radova u građevinarstvu [2]
14. Posebne uzance o građenju. Opći uvjeti ugovaranja i standardizacija dijelova tehničke dokumentacije [2]
15. Međunarodni aspekt regulative u graditeljstvu. [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja,
- kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 20 % uspješno riješen kolokvij.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pozitivna ocjena pisanih izvješća može doprinijeti ukupnoj konačnoj ocjeni studentu do 10%.

Obvezna literatura:

1. Radujković, M. i suradnici: Organizacija građenja, 2015.
2. Nahod, M.-M.: Predavanja (e-learning) na Merlinu, na predmetu Građevinska regulativa
3. Internet adrese: nn.hr/Službeni dio; www.mgipu.hr/Propisi
4. Klee, L. : International Construction Contract Law, Wiley Blackwell, 2015.
5. Kelley, G.S.: Construction Law, John Wiley & Sons, 2013.
6. Vojinović, J.: Posebne uzance o građenju sa objašnjenjima i sudskom praksom, 1977.
7. European Valuation Standards 2012 (EVS 2012), "Blue Book", European Group of Valuer's Associations
8. Radujković, J., Izetbegović, J., Nahod, M. M., Osnove građevinske regulative, GF- Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2008.

Preporučena literatura:

1. Bienenfeld, J., Blažević-Perušić, J., Rajčić, D.; Sudarević, N.: *Prikaz Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o prostornom uređenju i gradnji i Zakona o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2011.
2. Loboja, A.; Bačurin, N.; Flam, D.; Pandžić, Z.; Pranjić, I.; Rajčić, D.: *Novi propisi o javnoj nabavi*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2012.

TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 4.

Bodovna vrijednost (ECTS): -

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 0
- vježbe 30

Ciljevi kolegija:

- …

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- …

Ishodi učenja kolegija:

- ….

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Fitness
  2. Plates
  3. Zumba
  4. Nogomet
  5. Košarka
  6. Odbojka
  7. Rukomet

8. Badminton
9. Stolni tenis
10. Atletika
11. Streljaštvo
12. Klizanje
13. Pješačke ture

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- za studente nastava se izvodi u obliku vježbi iz odabranog programa, a za sportske ekipe u obliku sportskog treninga sa različitim ciljevima trenažnog procesa,
- tijekom semestra student mora prisustvovati na 30 sati vježbi na odabranom programu ili na više odabranih programa.
- djelomično oslobođenje može se dobiti temeljem potvrde zdravstvenog oslobođenja od Zavoda za javno zdravstvo ili sportsko oslobođenje preko potvrde od sportskih klubova ili Olimpijskog odbora.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ispit se ne polaže.

Izborni kolegiji

PRIMIJENJENA GEOLOGIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje osnovnih znanja iz opće geologije, mineralogije i petrologije,
- stjecanje osnovnih znanja iz hidrogeologije i inženjerske geologije za primjenu u građevinarstvu.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih kemijskih elemenata i spojeva.

Ishodi učenja kolegija:

- sposobnost razlikovanja magmatskih, metamorfnih i sedimentnih stijena,
- sposobnost prepoznavanja slojeva, bora, rasjeda i navlaka,
- poznavanje procesa nastajanja krša i različitih krških oblika te upoznavanje s problemima na koje građevinari nailaze pri gradnji tunela u kršu,
- sposobnost korištenja geoloških karata – prepoznavanja geoloških simbola, očitavanja geološke starosti stijena, njihovog sastava te ostalih važnih geoloških pojava nekog terena,
- stečena znanja o osnovnim inženjerskogeološkim klasifikacijama stijenske mase.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod [2]
  2. Općenito o geoznanosti. Geologija opća, stratigrafska. Konstitucija Zemlje. Geoid. Mineralogija. Mineral. Kristal [2]
  3. Izotropni i anizotropni minerali. Pirogeni, pneumatogeni, hidrotermalni, hidatogeni. Os, ravnina centar simetrije. Kristalni sustavi. Svojstva kristala, kristalne veze. Tetraedrijska koordinacija. Koordinacijski broj. Polimorfija. Izomorfija [2]
  4. Svojstva minerala. Mineralne skupine. Oksidi i hidroksidi. Karbonati. Sulfati. Silikati [2]
  5. Uvod u petrologiju. Stijene. Fenokristali, monomineralne. Eruptivne stijene. Način pojavljivanja eruptivnih stijena. Struktura i tekstura eruptivnih stijena. Kiselost magmi. Bowenov niz kristalizacije. Tablica eruptivnih stijena [2]
  6. Sedimentne stijene. Transporti sedimenata. Mineralni sastav sedimentnih stijena. Strukture i teksture sedimentnih stijena. Opći pregled sedimentnih stijena. Metamorfne stijene. Zone metamorfizma. Podjele metamorfnih stijena [2]
  7. Tektonika. Izdanci, isklinjenje, debljina sloja. Slojevi, bore,antiklinale i sinklinale. Rasjedi. Navlake. Vrste pukotina [2]
  8. Egzodinamika Zemlje. Insolacija. Hidrogeologija. Voda, hidrološki ciklus. Poroznost, propusnost. Laminarno i turbulentno tečenje. Tipovi vodonosnika. Ghyben Herzbergov zakon. Led i snijeg. Vjetar, organizmi [2]
  9. Krš. Vanjski krški oblici. Unutrašnji krški oblici [2]
  10. Tipovi speleoloških objekata. Speleothemi. Podzemne vode [2]
  11. Klizišta. Endodinamika. Orogeneze, epirogeneze [2]

12. Vulkani. Potresi. Potresne ljestvice, seizmičnost [2]
13. Geološke karte. RMR i Q klasifikacije stijena u građevinarstvu. Određivanje starosti stijena [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- prisustvovanje na 75% predavanja,

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- pisani i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- za pristup usmenom ispitu treba na pisanom dijelu ostvariti minimalno 60%.

Obvezna literatura:
1. Herak, M.: *Geologija*, 1990.
2. Šestanović, S.: *Osnove geologije i petrologije*, 2001.

Preporučena literatura:
1. West, T.: *Geology Applied to Engineering*, 1994.
2. Monroe, J.; Wicander, R.: *Physical geology*, 2006.
3. Plummer, C.; McGeary, D.; Carlson, C.: *Physical Geology*, 2010.

ZAŠTITA OKOLIŠA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o osnovnim ekološkim pojmovima i procesima,
- spoznaja o antropogenim utjecajima na okoliš, prvenstveno iz domene građevinarstva,
- stjecanje znanja o mjerama i postupcima zaštite okoliša te zakonskoj regulativi u području zaštite okoliša i vodnog gospodarstva.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnovnih pojmova u fizici, biologiji, kemiji i građevinarstvu.

Ishodi učenja kolegija:
- fizikalno razumijevanje osnovnih ekoloških procesa,
- prepoznati i objasniti temeljna ekološka načela,
- objasniti temeljne tehnološke postupke pročišćavanja otpadnih voda,
- razumijevanje gospodarenja otpadom,
- razumijevanje pojma „održivi razvoj“.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje [2]
  2. Osnove ekologije i zaštite okoliša; temeljni pojmovi [2]
  3. Okolišni problemi: onečišćenje zraka (izvori i posljedice) [2]
  4. Okolišni problemi: onečišćenje voda [2]

5. Okolišni problemi: onečišćenje tla i onečišćenje prirode [2]
6. Obnovljivi i neobnovljivi izvori energije i klimatske promjene [2]
7. Zakonodavstvo u području zaštite okoliša: Procjena utjecaja na okoliš – identifikacija i klasifikacija utjecaja [2]
8. Održivi razvoj i graditeljstvo [2]
9. Utjecaj gradova, prometnica i vodogradnji [2]
10. 1. kolokvij
11. Otpad i gospodarenje otpadom [2]
12. Odlagališta otpada [2]
13. Otpadne vode i primjena metodologije kombiniranog pristupa [2]
14. Mjere i postupci zaštite okoliša [2]
15. 2. kolokvij

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25 %; popravni kolokvij samo za dobivanje potpisa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe minimalno 60 % oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- usmeni dio ispita 100 %

Obvezna literatura:

1. Zaštita okoliša, predavanja, 2023. godina.

Preporučena literatura:

1. G. Tyler Miller Jr.: *Living in the Environment: Principles, Connections, and Solutions*, 15th Edition, Thomson Books, 2007.
2. Peter H. Raven, Linda R. Berg, David M. Hassenzahl: *Environment,* 7th Edition, Wiley, 2010.
3. Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 1118/18)
4. Nacionalna strategija zaštite okoliša
5. Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske
6. Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske
7. Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 61/14 i 03/17)
8. Plan upravljanja vodnim područjima
9. Metodologija primjene kombiniranog pristupa (Hrvatske vode, 2018)

OPSKRBA VODOM I ODVODNJA 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (auditorne): 15

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o svim aspektima gospodarenja sustavima opskrbe vodom i odvodnje,
- stjecanje praktičnih znanja iz hidrauličkog dimenzioniranja pojedinih dijelova vodoopskrbnih i kanalizacijskih sustava kao i njihovog oblikovanja.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje matematičke analize,
- razumijevanje osnovnih režima tečenja vode (tečenje pod tlakom, tečenje sa slobodnim vodnim licem),
- poznavanje osnova mehanike tekućina (jednadžba održanja količine gibanja, Bernoullijeva jednadžba za realnu tekućinu, proračun lokalnih i linijskih gubitaka energije, tlačna i energetska linija).

Programska povezanost:

- za upis kolegija: potpis iz kolegija Mehanika tekućina.

Ishodi učenja kolegija:

- primjena stečenih znanja za koncepcijsku razradu sustava opskrbe i odvodnje,
- definiranje mjerodavnih parametara i hidrauličko dimenzioniranje vodovodne i kanalizacijske mreže,
- dimenzioniranje vodospreme,
- definiranje osnovnih parametara za određivanje kapaciteta crpnih stanica, proračun utroška energije crpke, određivanje krivulje sustava,
- dimenzioniranje taložnika.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Opskrba vodom – uvod, vodoopskrbni sustavi [2]
  2. Potrošnja vode [2]
  3. Izvorišta, vodozahvati [2]
  4. Vodozahvati, crpne stanice [3]
  5. Kondicioniranje vode [2]
  6. Vodospreme, vodoopskrbne mreže [2]
  7. Vodoopskrbne mreže – proračun [2]
  8. Odvodnja – uvod, sustavi odvodnje [2]
  9. Mjerodavne količine otpadnih voda [2]
  10. Kanalizacijske mreže [2]
  11. Kanalizacijske mreže – proračun [2]
  12. Građevine kanalizacijske mreže [2]
  13. Pročišćavanje otpadnih voda i ispusti [4]

- Vježbe (auditorne):
  1. Određivanje mjerodavnih količina potrošnje vode [1]
  2. Dimenzioniranje vodozahvatnih građevina [1]
  3. Dimenzioniranje crpnih stanica [1]
  4. Dimenzioniranje objekata za kondicioniranje vode [1]
  5. Dimenzioniranje vodosprema [1]
  6. Hidraulički proračun vodoopskrbne mreže [2]
  7. Određivanje mjerodavnih količina otpadnih voda [1]

8. Hidraulički proračun kanalizacijske mreže [2]
9. Dimenzioniranje objekata na kanalizacijskoj mreži [1]
10. Određivanje parametara za dimenzioniranje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda [1]
11. Dodatni računski zadaci i priprema za kolokvij [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; popravni kolokvij samo za dobivanje potpisa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe minimalno 60% oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- izlaskom na pisani dio ispita za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio ispita 50%, usmeni dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. Vuković, Ž; Halkijević, I.: *Opskrba vodom i odvodnja 1*, predavanja, 2021.
2. Trifunović, N.: *Introduction to Urban Water Distribution*, Taylor & Francis Group, London, UK, 2008.

Preporučena literatura:

1. Brandt, M. J.; Johnson, K. M.; Elphinston, A. J.; Ratnayaka, D. D.: Twort's Water Supply, 7th edition, Elsevier, 2016.
2. Butler, D.; Digman, C. J.; Makropoulos, C.; Davies, J.W.: Urban Drainage, 4th edition, CRC Press, USA, 2018.

ZAŠTITA VODA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (auditorne): 15

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o ekološkim zakonitostima vodnih sustava,
- stjecanje teorijskih znanja o postupcima i tehnologijama zaštite voda od antropogenog djelovanja,
- stjecanje praktičnih znanja o zakonskoj regulativi vodnog gospodarstva.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati i objasniti temeljna ekološka načela,
- objasniti i primijeniti zakonsku regulativu vodnog gospodarstva,
- objasniti temeljne tehnološke postupke pročišćavanja otpadnih voda,
- objasniti temeljne postupke obrade muljeva,

- objasniti načine konačnog ispuštanja pročišćenih otpadnih voda.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Temeljna ekološka načela: abiotički i biotički činitelji, životna zajednica, ekosustav životne oblasti [3]
  2. Promjene kakvoće vode: izvori onečišćenja, vrste otpadnih voda, autopurifikacija voda [1]
  3. Modeli kakvoće voda: empirički modeli, numerički modeli, QUALL, WASP [2]
  4. Poremećaji vodnih ekosustava: eutrofikacija, udarno opterećenje [2]
  5. Upravljanje kakvoćom voda: politički i sociološki pristup, pravne mjere, prostorno planiranje, gospodarske i financijske mjere, znanstvene i tehnološke mjere, institucionalne mjere, planovi i programi zaštite voda [2]
  6. Pročišćavanje otpadnih voda: opća načela, mehaničko pročišćavanje, fizikalno kemijsko pročišćavanje [2]
  7. Pročišćavanje otpadnih voda: biološko pročišćavanje, konvencionalni postupak s aktivnim muljem [2]
  8. Pročišćavanje otpadnih voda: biološko pročišćavanje, postupak s produženom aeracijom, SBR postupak [2]
  9. Pročišćavanje otpadnih voda: biološko pročišćavanje, uklanjanje dušika i fosfora [2]
  10. Pročišćavanje otpadnih voda: obrada mulja [2]
  11. Pročišćavanje otpadnih voda: alternativni postupci [4]
  12. Prirodni postupci pročišćavanja otpadnih voda. [2]
  13. Modeli miješanja u morima i jezerima (VISUAL PLUMES, CORMIX) [2]
  14. Kontrola raspršenih izvora onečišćenja: fenomen, izvori, kontrola [2]
- Vježbe (auditorne):
  1. Analiza otpadne vode prema pojedinim parametrima, mjerodavnim za ocjenu kakvoće vode i dimenzioniranje uređaja za pročišćavanje [1]
  2. Jednadžbe pronosa zagađenja u vodotocima [1]
  3. Matematičko modeliranje kakvoće vode u vodotocima (QUAL, WASP) [3]
  4. Opće jednadžbe procesa obrade otpadnih voda na uređajima za pročišćavanje [1]
  5. Jednadžbe kinetike biološkog pročišćavanja otpadnih voda [1]
  6. Dimenzioniranje objekata biološkog pročišćavanja s aktivnim muljem [1]
  7. Dimenzioniranje objekata biološkog pročišćavanja s pričvršćenim mikroorganizmima
  8. Dimenzioniranje objekata za naknadno taloženje [1]
  9. Dimenzioniranje objekata za obradu mulja [1]
  10. Dimenzioniranje uređaja s alternativnim postupcima pročišćavanja otpadnih voda [1]
  11. Dimenzioniranje podmorskih ispusta [1]
  12. Matematičko modeliranje pronosa zagađenja u moru (VISUAL PLUMES, CORMIX) [1]
- Kolokviji:
  1. obuhvaća poglavlja 1. do 7. predavanja i poglavlja 1. do 6. vježbi
  2. obuhvaća poglavlja 8. do 14. predavanja i poglavlja 7. do 12. vježbi

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe više od 60% oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- aktivnost na vježbama 15%, kolokviji ili pisani dio ispita do 85%.

Obvezna literatura:

1. Tedeschi, S: *Zaštita voda,* HDGI, 1997.
2. Predavanja: Powerpoint prezentacije i tekstovi nositelja kolegija (web-fakulteta).
3. Zbirka riješenih zadataka WEB stranica kolegija Zaštita voda.
4. Njemačke smjernice za dimenzioniranje uređaja s aktivnim muljem (DWA A 131).

Preporučena literatura:

1. Metcalf, Eddy: *Wastewater Engineering,* McGraw Hill, 2003.

3. godina, 5. semestar

Obvezni kolegiji

BETONSKE I ZIDANE KONSTRUKCIJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 60
- vježbe: 45 (auditorne: 21, projektantske: 24)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o osnovama dimenzioniranja armiranobetonskih i zidanih elemenata i konstrukcija,
- stjecanje praktičnih znanja o osnovama dimenzioniranja armiranobetonskih i zidanih elemenata i konstrukcija, te izradi planova oplate i armature za te elemente i konstrukcije.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- teorijska i praktična znanja iz Građevne statike (ponašanje konstrukcija pod opterećenjem i određivanje unutarnjih sila u konstrukciji),
- teorijska i praktična znanja iz Otpornosti materijala te Poznavanja materijala,
- poznavanje osnovnih elemenata građevinskih konstrukcija.

Programska povezanost:
- za upis kolegija: potpis iz kolegija Otpornost materijala 2. i Građevna statika 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Mehanika 2. i Otpornost materijala 1.

Ishodi učenja kolegija:
- studenti imaju osnovno znanje i vještine potrebne za projektiranje osnovnih nosivih sustava armiranobetonskih i zidanih konstrukcija te osnovnih principa konceptualnog projektiranja;
- studenti su stekli osnovno znanje o osnovnim nosivim elementima armiranobetonskih i zidanih konstrukcija;
- studenti imaju znanje i vještine potrebne za analiziranje ponašanja i dimenzioniranje osnovnih nosivih sustava armiranobetonskih i zidanih konstrukcija prema graničnim stanjima nosivosti pri čemu rabe suvremene metode i kriterije europskih normi;
- studenti su sposobni izraditi planove pozicija, planove oplate te planove armature jednostavnijih armiranobetonskih konstrukcija i elemenata;
- studenti imaju potrebna znanja za projektiranje najjednostavnijih zidanih prizemnica u područjima bez jačih potresnih utjecaja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Općenito o betonskim i zidanim konstrukcijama – značenje i uporaba, povijest i razvoj, prednosti i mane. BETONSKE KONSTRUKCIJE Propisi. Fizikalno-mehanička svojstva betona, čvrstoće i vrste betona. Fizikalno-mehanička svojstva čelika za armiranje, čvrstoće i vrste armature [4]

2. Trajnost armiranobetonskih elemenata, Određivanje zaštitnog sloja. Osnovne postavke dimenzioniranja armiranobetonskih konstrukcija prema graničnom stanju nosivosti. Globalni i parcijalni koeficijenti sigurnosti. Proračunski rasponi. Djelovanja na konstrukciju. [4]
3. Dimenzioniranje armiranobetonskih konstrukcija prema graničnom stanju nosivosti, dimenzioniranje pravokutnog poprečnog presjeka i T-presjeka na savijanje. Dvostruko armirani presjek. Balansirani slom poprečnog presjeka. Ploče koje nose u jednom smjeru, pravila armiranja ,minimalna i maksimalna armatura. [4]
4. Stubišta. Ploče koje nose u 2 međusobno okomita smjera (križnoarmirane ploče). Polumontažne ploče. Armiranje ploča [4]
5. Proračun greda oblika T-presjeka prema EN u polju i na ležaju. Sudjelujuća širina greda u polju i na ležaju. Minimalna i maksimalna armatura greda T-presjeka u polju i na ležaju. Dimenzioniranje armiranobetonskih elemenata na djelovanje poprečnih sila. Proračun poprečne armature greda po EN. [4]
6. Razmaci šipki. Prionljivost betona i armature, sidrenje i nastavljanje armature. Uloga betona i armature te njihovo zajedničko sudjelovanje u nosivosti. Tablice armature [4]
7. Primjer proračuna ploče nosive u jednom smjeru. [4]
8. PRVI KOLOKVIJ – Proračun i plan armature jedne kontinuirane armiranobetonske ploče nosive u jednom smjeru.
9. Principi i metode proračuna centrično i ekscentrično opterećenih armiranobetonskih konstruktivnih elemenata (stupovi i zidovi). Proračun armature kratkih stupova pomoću metode Ehlersa i pomoću interakcijskih dijagrama. [4]
10. ZIDANE KONSTRUKCIJE: Povijest i uvod. Svojstva materijala. Mehanička i deformacijska svojstva materijala zidanih konstrukcija. Karakteristične čvrstoće ziđa. Karakteristične i proračunske vrijednosti. [4]
11. Proračun ziđa prema GSN. Nearmirano ziđe. Ponašanje konstrukcije i stabilnost. [4]
12. Proračun ziđa na koncentrirano djelovanje i posmik. Primjer proračuna. [4]
13. DRUGI KOLOKVIJ – Proračun nosivosti nearmiranog zida na vertikalnu tlačnu silu prema normi niza EN 1996-1-1.
14. Omeđeno ziđe. Bočno opterećenje zidova. Armirano ziđe. Ponašanje konstrukcije i stabilnost. [4]
15. Armirano ziđe i armirani zidni stropovi. Okviri ispunjeni ziđem. [4]

- Vježbe (auditorne):
  1. Izrada proračuna nosivosti i stabilnosti AB zgrade - Uvod i plan pozicija objekta. [3]
  2. Proračun ploče poz. 100 [3]
  3. Plan armature poz. 100 [3]
  4. Greda - proračun uzdužne i poprečne armature [3]
  5. Greda - plan armature [3]
  6. Okvir – statika [3]
  7. Proračun stupova okvira [3]
- Vježbe (projektantske):
  1. Predaja: Plan pozicija [3]
  2. Predaja: Proračun ploče poz.100 [3]
  3. Predaja: Plan armature poz. 100 [6]
  4. Predaja: Greda - proračun uzdužne i poprečne armature [3]
  5. Predaja: Greda - plan armature [3]
  6. Predaja: Okvir – statika [3]

7. Predaja cijelog programa [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; dva popravna kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se 50% pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 15%, pisani dio ispita (uključujući i kolokvij) 60%, usmeni dio ispita 25%.

Obvezna literatura:

1. Sorić, Z., Kišiček, T.: BETONSKE KONSTRUKCIJE 1, Sveučilišni udžbenik, Građevinski fakultet, Zagreb, 2014.
2. Sorić, Z.: ZIDANE KONSTRUKCIJE, Sveučilišni udžbenik, vlastita naklada, Zagreb, 2016.
3. Sorić, Z.; Pičulin, S.; Zamolo, M.; Kišiček, T. (Jure Radić i suradnici.): *Osnove proračuna*, V. poglavlje u knjizi *Betonske konstrukcije, Priručnik*, Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2006., str. 399-663, tj. 265 stranica od ukupno 1000 stranica. Urednik: Čandrlić, V.
4. Sorić, Z.; Kišiček, T.; Galić J. (Jure Radić i suradnici.): poglavlje u knjizi *Betonske konstrukcije*, R*iješeni primjeri, III. Konstrukcijski elementi*, str. 139-390, tj. 251 stranica od ukupno 960 stranica. Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu: Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, SECON HDGK, ANDRIS. 2006. Urednik: Čandrlić, V.
5. Tomičić, I.: *Betonske konstrukcije*, Društvo Hrvatskih građevinskih konstruktora, Zagreb, 1996.
6. Tomičić, I.: *Priručnik za proračun armiranobetonskih konstrukcija*, Društvo Hrvatskih građevinskih konstruktora, Zagreb, 1996.
7. Materijali za vježbe postavljeni na web stranici kolegija

MEHANIKA STIJENA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe (auditorne): 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o ponašanju stijena i stanja naprezanja u stijenskoj masi izazvanog djelovanjem sila iz njene neposredne fizičke okoline,
- primjena stečenih teorijskih znanja pri rješavanju jednostavnijih problema iz domene mehanike stijena.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- razumijevanje i sposobnost primjene uvjeta ravnoteže u ravnini,
- razumijevanje pojmova naprezanja, deformacija, naponsko-deformacijske krivulje, krutosti i čvrstoće,
- poznavanje teorije Mohrovih kružnica naprezanja.

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje primarnog i sekundarnog stanja naprezanja, kao i načina njihovog određivanja,
- stečena znanja o laboratorijskim i terenskim ispitivanjima stijene, te načinu određivanja parametara intaktne stijene (laboratorijska ispitivanja) i stijenske mase (terenskih ispitivanja),
- stečena znanja o načinu klasifikacija stijenskih masa,
- razumijevanje pojmova čvrstoće i krutosti stijenske mase, kao i čvrstoće diskontinuiteta,
- sposobnost za rješavanje jednostavnijih problema iz domene mehanike stijena: temeljenje na stijeni, stabilnost stijenskih pokosa, stabilnost stijenskih odrona, interakcija stijenske mase i tunelske podgrade.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje [3]
  2. Uvod u mehaniku stijena i stijensko inženjerstvo [3]
  3. Stanje naprezanja i deformacija u stijeni [3]
  4. Inženjerska svojstva stijenske mase [3]
  5. Opis i čvrstoća diskontinuiteta [3]
  6. Klasifikacija stijenske mase [6]
  7. Krutost stijenske mase [3]
  8. Čvrstoća stijenske mase [3]
  9. Stabilnost stijenskih pokosa [3]
  10. Stabilnost stijenskih odrona [3]
  11. Ojačanje stijenske mase štapnim sidrima [3]
  12. Tunelogradnja [3]
  13. Temeljenje na stijeni [3]
- Vježbe (auditorne):
  1. Uvod u mehaniku stijena i stijensko inženjerstvo [2]
  2. Zadaci iz stanja naprezanja i deformacija u stijenskoj masi [2]
  3. Zadaci iz laboratorijskih istraznih radova (ultrazvuk, PLT) [2]
  4. Zadaci iz laboratorijskih istraznih radova (jednoosna tlačna čvrstoća, veza PLT-a i jednoosne tlačne čvrstoće) [2]
  5. Zadaci iz krutosti i čvrstoće stijenske mase [4]
  6. Zadaci iz klasifikacija stijenske mase [2]
  7. Zadaci iz stabilnosti stijenskih pokosa (planarni slom) [2]
  8. Zadaci iz stabilnosti stijenskih pokosa (klin) [2]
  9. Zadaci iz stabilnosti stijenskih pokosa (rotacijski slom) [2]
  10. Zadaci iz stabilnosti odrona [2]
  11. Zadaci iz temeljenja na stijeni [2]
  12. Zadaci iz podzemnih građevina [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi

- minimalno 25% ostvarenih bodova na prvom ili popravnom kolokviju.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- pohađanje predavanje i vježbi
- 1. kolokvij: minimalno 25 % bodova , ili na popravnom kolokviju minimalno 25 %,
- 2. kolokvij (za studente koji imaju više od 70 % bodova na prvom kolokviju)

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit iz teorije i zadataka (ako student na 1. i 2. kolokviju u sumi ima 60 % ili više, oslobođen je ispita).

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani ispit

Obvezna literatura:

1. Kovačević, M.S., Mehanika stijena, 2021.

Preporučena literatura:

1. Goodman, R. E.: *Introduction to Rock Mechanics*, Second Edition, 1989.
2. Hudson, J. A.; Harrison, J. P.: *Engineering Rock Mechanics. An Introduction to the Principles*, 1997.

CESTE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe (projektantske): 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje osnovnih teorijskih i praktičnih znanja o projektiranju i geometriji cesta.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje rada na računalnim programima za tehničko crtanje.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: potpis iz kolegija Mehanika tla,

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje osnovnih načela odvijanja prometa, sigurnosti, razine uslužnosti i propusne moći,
- razumijevanje temeljnih voznodinamičkih postavki relevantnih za određivanje horizontalnih, vertikalnih i poprečnih elemenata ceste,
- sposobnost korištenja projektne dokumentacije pri građenju cestovnih prometnica,
- sposobnost pretraživanja znanstvenih članaka te prikupljanja informacija i podataka potrebnih za rješenje praktičnih problema u svakodnevnoj inženjerskoj praksi,
- temeljna znanja potrebna za izvođačke radove građenja cestovnog trupa, zaštite pokosa i sustava odvodnje,
- temeljna znanja potrebna za izvedbu kolničkih konstrukcija.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod. Cestovna vozila [3]
  2. Kretanje vozila [3]
  3. Horizontalno vođenje linije [6]
  4. Vertikalno vođenje linije [3]
  5. Prostorno vođenje linije. Promet [3]
  6. Poprečni presjek ceste [3]
  7. Geometrija vozne površine [3]
  8. Odvodnja. Materijali. Donji ustroj [3]
  9. Cestovna čvorišta [3]
  10. Prometne površine. Oprema ceste [3]
  11. Kolničke konstrukcije [6]
- Vježbe (projektantske):
  1. Situacija [12]
  2. Uzdužni profil [6]
  3. Normalni poprečni profil [4]
  4. Karakteristični poprečni profili [4]
  5. Tehnički opis [2]
  6. Predaja programa [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa u roku.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- dva kolokvija: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 20%, kolokviji ili pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 40%.

Obvezna literatura:

1. Korlaet Ž., Dragčević V., Projektiranje i građenje cesta, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, 2018., str. 225.
2. Dragčević, V.; Korlaet, Ž.: *Osnove projektiranja cesta*, Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, 2003., str. 93.
3. Drugi sadržaji: http://merlin.srce.hr (e-kolegij u sustavu Merlin)

ŽELJEZNICE

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne:1, projektantske: 14)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje osnovnih znanja o razvoju i važnosti željezničkog prometa,
- stjecanje teorijskih znanja o vrstama tračničkih vozila i kolosiječnih konstrukcija te o vrstama opterećenja koja djeluju na kolosijek,
- stjecanje praktičnih znanja o osnovnim kolosiječnim elementima te o načinima kontrole i održavanja kolosijeka.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje ispitivanja mehaničkih svojstava materijala,
- razumijevanje pojmova naprezanja i deformacija.

Programska povezanost:
- za upis kolegija: potpis iz kolegija Mehanika tla,
- za polaganje ispita: potpis iz kolegija Otpornost materijala 1.

Ishodi učenja kolegija:
- objasniti prednosti željeznice u odnosu na druge prometne sustave,
- objasniti djelovanje sila na kolosiječnu konstrukciju te osnove proračuna,
- objasniti osnove uređaja željezničkog gornjeg ustroja (skretnice, prenosnice, okretnice),
- objasniti osnove glavnih elemenata željezničkog gornjeg ustroja (tračnice, pragovi, zastor, kolosiječni pribor),
- objasniti osnove zavarivanja tračnica te dugog traka tračnica,
- objasniti osnove kontrole i održavanja kolosijeka.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Osnove željeznica: povijesni razvoj i podjela [1]
  2. Slobodni i tovarni profil željezničke pruge, osovinski sklopovi [2]
  3. Željeznička vozila, kategorizacija pruga [2]
  4. Izbor elemenata trasiranja, elementi pruge [2]
  5. Kolodvori, oprema kolodvora, signali, vrste pruge [2]
  6. Osnove trasiranja i vođenja linije [2]
  7. Sile koje djeluju na kolosijek [2]
  8. Elementi gornjeg ustroja kolosijeka: tračnice, pragovi [3]
  9. Elementi gornjeg ustroja kolosijeka: kolosiječni pribor, kolosiječni zastor [2]
  10. Uređaji željezničkog gornjeg ustroja: skretnice, okretnice, prenosnice [2]
  11. Uređenje kolosijeka u pravcu i krivini [2]
  12. Zavarivanje tračnica [2]
  13. Radovi na kontroli kolosijeka [2]
  14. Radovi na održavanju kolosijeka [2]
  15. Specijalne željeznice [2]
- Vježbe (auditorne):

1. Uvodne vježbe, podjela programa [1]

- Vježbe (projektantske):
  1. Vozno-dinamičke karakteristike lokomotive [2]
  2. Ukupna vučena masa na mjerodavnom usponu pruge [2]
  3. Nadvišenje vanjske tračnice u horizontalnoj krivini [3]
  4. Naprezanja u tračnici pri eksploataciji [2]
  5. Debljina zastorne prizme i poprečni presjek konstrukcije kolosijeka [2]
  6. Proračun položajne stabilnosti kolosijeka [2]
  7. Pregled i predaja programa [1]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- pohađanje kolokvija, studenti koji ostvare 60% i više bodova na svakom kolokviju oslobođeni su pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 10%, pisani dio ispita 50-60%, usmeni dio ispita 30-40%.

Obvezna literatura:

1. Prister, G.; Pollak, B.: *Gornji ustroj i specijalne željeznice*, Građevinski institut, Zagreb, 1988.
2. Lakušić, S.: *Željeznice*, predavanja za studente III godine Građevinskog fakulteta, http://www.grad.unizg.hr/predmet/zel
3. Lakušić, S., Ahac, M., Haladin, I., Grgić., V, Vranešić, K. - *ŽELJEZNICE - Separati za izradu programa za studente III godine Građevinskog fakulteta* (Merlin).

Preporučena literatura:

1. Esveld, C.: *Modern Railway Track,* Second Edition, MRT Productions, Zaltbommel, 2001.

Izborni kolegiji

TEHNOLOGIJA GRAĐENJA VISOKOGRADNJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskog znanja o postupcima pripreme građenja, osiguranja građevne jame kod iskopa, načinu odvijanja građevinskih procesa u visokogradnji, postupku proizvodnje, transporta i ugradnje betona, vrste i način rada osnovnih građevinskih strojeva, vrste skela i oplata za izradu konstrukcija, načini rušenja i otklanjanja građevina.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati tehnološki proces i izraditi slijed odvijanja radova,
- za određenu konstrukciju odabrati vrstu skele koja će se primijeniti i kako je montirati,
- za određenu konstrukciju odabrati vrstu i tip oplate i znati je kontrolirati,
- za zemljane radove odabrati vrstu stroja i dimenzionirati njegov kapacitet,
- za proces betoniranja odabrati betonaru, dimenzionirati broj uređaja za transport i odrediti vrijeme ugradnje.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje [2]
  2. Priprema gradilišta [2]
  3. Zaštita građevne jame [4]
  4. Strojevi za zemljane radove [2]
  5. Armirački pogon i armirački radovi [2]
  6. Proizvodnja i transport betona [2]
  7. Transport i ugradnja betona – dimenzioniranje [2]
  8. Oplate vertikalnih i horizontalnih konstrukcija [2]
  9. Skele u visokogradnji [2]
  10. Unutrašnji transport – dizalice [2]
  11. Zidarski radovi [2]
  12. Bušenje, rezanje i rušenje građevina [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje nastave,
- 2 kolokvija: treba ostvariti najmanje 25% bodova na svakom
- Popravnom kolokviju pristupaju studenti koji su bili bolesni tijekom redovnih kolokvija ili studenti koji nisu ostvarili najmanje 25% bodova na redovnom kolokviju.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji ostvare 60% i više bodova na svakom kolokviju oslobođeni su pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit – rješavanje zadataka,

- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- za studente koji su ostvarili putem kolokvija više od 60% bodova, ocjena dobivena putem kolokvija uz dodatan usmeni ispit formira ocjenu
- za studente koji nisu ostvarili oslobođenje dijela ispita (imaju manje od 60% bodova na kolokvijima), a ostvarili su uvjete za potpis (imaju više od 25% bodova na kolokvijima) ocjena se formira prema rezultatu pisanog dijela ispita uz doprinos konačnoj ocjeni u iznosu od 70% uz ocjenu usmenog ispita uz doprinos konačnoj ocjeni u iznosu od 30%

Obvezna literatura:

1. Predavanja na web stanici fakulteta,
2. Zdravko Linarić: *Leksikon osnovne građevinske mehanizacije.*

Preporučena literatura:

1. Separati i predavanja.
2. Web stranica za nastavu //og.grad.hr
3. Mlinarić, V.: *Tehnologija građenja*, TVZ, Zagreb, 2017.
4. Chudley, R., Greeno, R.; *Advanced construction technology*, Pearson Education Limited, Engleska, 2006.
5. Lončarić R.,: *Organizacija izvedbe graditeljskih projekata*, HDGI, Zagreb, 1995.
6. Zdravko Linarić: *Leksikon osnovne građevinske mehanizacije*, *Učinak građevinskih strojeva*, *Postrojenja za izradu gradiva.*

TEHNOLOGIJA GRAĐENJA NISKOGRADNJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teoretskog znanja o postupcima građevinskih radova niskogradnje; tehnika i tehnologija građenja; građevinska mehanizacija; upoznavanje sa strojevima za radove u niskogradnji, planiranje tehnologije zemljanih radova niskogradnji, proizvodnja, transport i ugradnja betona, skele i oplate za objekte niskogradnje.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati tehnološki proces i izraditi slijed odvijanja radova,
- za određenu konstrukciju odabrati vrstu i tip oplate i znati je kontrolirati,
- za zemljane radove odabrati vrstu stroja i dimenzionirati njegov kapacitet,
- za proces betoniranja odabrati betonaru, dimenzionirati broj uređaja za transport i odrediti vrijeme ugradnje,
- za zemljane radove uskladiti kapacitete strojeva.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje: Sadržaj i program nastave. Pregled literature. Plan nastave. Upute za polaganje kolokvija, dobivanje potpisa i polaganje ispita [2]

2. Tehnologija niskogradnje: Građevinski radovi. Tehnika i tehnologija građenja. Građevinska mehanizacija. Obilježja suvremene građevinske mehanizacije [2]
3. *I. grupa predavanja: Tehnika i tehnologija površinskih zemljanih radova u tlu i stijeni*: Zemljani radovi. Površinski iskop tla i stijene. Dozeri. Skrejperi [2]
4. Bageri. Uređaji i alati bagera. Struganje stijene. Rovokopači (trenčeri, drenopolagači) [2]
5. Transport sipkih gradiva. Utovarivači i vozila. Ugradba sipkih gradiva. Grejderi i valjci [2]
6. Izbor tehnike i tehnologije zemljanih radova. Učinak strojeva i vozila pri zemljanim radovima [2]
7. *II. grupa predavanja: Tehnika i tehnologija betonskih radova u niskogradnji (transportirani betoni)*: Betonski radovi. Transportirani betoni. Proizvodnja svježeg betona. Tvornice betona. [2]
8. Skele i oplate u niskogradnji. Oplate. Suvremeni oplatni sustavi. Sustavi skela. [2]
9. Transport svježeg betona. Ugradnja svježeg betona. Toranjske dizalice. Izvedba plošnih betona. [2]
10. Sustavi skela i oplata u mostogradnji. Montažna gradnja mostova. Auto- i bager-dizalice. [2]
11. Tehnika i tehnologija asfalterskih radova. [2]
12. Asfalterski radovi. Valjani asfaltbetoni. Lijevani asfaltbetoni. Asfaltni makadami [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje nastave,
- više od 25% na svakom od kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 1. i 2. kolokvij. Studenti koji ostvare 50% i više bodova na kolokvijima oslobođeni su pismenog ispita

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- 50% 1. kolokvij, 50% drugi kolokvij ili 100% ispit.

Obvezna literatura:

1. Linarić, Z., Burcar Dunović, I. – *Tehnologija građenja niskogradnja*, nastavni materijal
2. Linarić, Z.: *Leksikon strojeva i opreme za proizvonju građevinskih materijala. Učinci za strojeve i vozila pri zemljanim radovima*, biblioteka Mineral, Bussines Media Croatia, Zagreb, 2007.
3. Linarić: *Postrojenja za proizvodnju sipkih i povezanih mineralnih gradiva, dobilane, Tvornice betona, asfalttne baze*, biblioteka Mineral, Busines medic Croatica, Zagreb, 2009.
4. Linarić, Z: *Tehnologija građenja I.* - elektronska skripta.

GRAĐEVNA STATIKA 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

- vježbe: 30 (auditorne: 18, računalne: 10, projektantske: 2)

Ciljevi kolegija:

- produbljivanje teorijskih znanja o ponašanju konstrukcija pod opterećenjem i drugim djelovanjima,
- stjecanje praktičnih znanja o analitičkim i numeričkim postupcima linearnog proračuna štapnih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- razumijevanje i sposobnost primjene uvjeta ravnoteže u ravnini i prostoru,
- poznavanje osnovnih postupaka određivanja reakcija, unutarnjih sila i progibnih linija statički određenih i statički neodređenih konstrukcija,
- razumijevanje pojma virtualnog rada i teorijskih osnova varijacijskih postupaka.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: potpis iz kolegija Građevina statika 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Građevna statika 1.

Ishodi učenja kolegija:

- primijeniti analitičke i relaksacijske postupke proračuna statički neodređenih konstrukcija,
- objasniti teorijske osnove numeričkih postupaka proračuna,
- primijeniti računalne programe u proračunu konstrukcija i ocijeniti njihovu primjenjivost,
- objasniti i provesti postupke definiranja utjecajnih funkcija i crtanja utjecajnih linija.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Inženjerska metoda pomaka: nepoznanice, nepomični sistemi bez zglobova [2]
  2. Inženjerska metoda pomaka: nepoznanice, pomični sistemi bez zglobova [2]
  3. Inženjerska metoda pomaka: zglobovi i statička kondenzacija; kinematička kondenzacija [2]
  4. Utjecajne funkcije i utjecajne linije na statički određenim sistemima [2]
  5. Utjecajne funkcije i utjecajne linije na statički neodređenim sistemima [4]
  6. Osnovni pojmovi geometrijske i materijalne nelinearnosti [2]
  7. Prednapete konstrukcije od užadi [6]
  8. Relaksacijski postupci: Crossov postupak za nepomične sisteme [2]
  9. Relaksacijski postupci: postupak Werner-Csonka [2]
  10. Relaksacijski postupci: Crossov postupak za pomične sisteme [2]
  11. Posebni primjeri statičkih sistema rješivih inženjerskom metodom pomaka i relaksacijskim postupcima [2]

- Vježbe (auditorne):
  1. Metoda sila i opća metoda pomaka [2]
  2. Inženjerska metoda pomaka [6]
  3. Utjecajne funkcije [6]
  4. Relaksacijski postupci [4]
- Vježbe (računalne):
  1. Primjena računalnih programa u proračunu štapnih konstrukcija [4]
  2. Primjena računala u oblikovanju prednapetih konstrukcija od užadi [6]
- Vježbe (projektantske):
  1. Izrada programa [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada 3 programa uz u razgovoru s asistentom pokazano dostatno razumijevanje,
- 1 kolokvij: treba riješiti najmanje 25%; popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokvij: studenti koji na kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita i mogu pristupiti (neobveznom) teorijskom kolokviju na kojem se mogu osloboditi i dijela usmenog ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 10%, kolokviji ili pisani dio ispita 50-60%, usmeni dio ispita 30-40%.

Obvezna literatura:

1. V. Simović: *Građevna statika 1*, Građevinski institut, Zagreb, 1988.
2. M. Anđelić: *Građevna statika 2*, Građevinski fakultet, Zagreb, 2005.
3. K. Fresl: *GS – Bilješke i skice s predavanja*, http://master.grad.hr/nastava/gs (zajedničke mrežne stranice za Građevnu statiku 1. i Građevnu statiku 2.)
4. P. Gidak, E. Šamec: Statički neodređeni sistemi, (http://master.grad.hr/nastava/gs/gs2/e_sns.pdf)

Preporučena literatura:

1. M. Sekulić: *Teorija linijskih nosača*, Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
2. L. P. Felton, R. B. Nelson: *Matrix Structural Analysis*, Wiley, New York, 1997.
3. W. Wunderlich, W. D. Pilkey: *Mechanics of Structures. Variational and Computational Methods*, CRC Press, Boca Raton, 2003.

NUMERIČKO MODELIRANJE KONSTRUKCIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (konstrukcijske: 4, računalne: 18, seminari: 8)

Ciljevi kolegija:

- produbljivanje teorijskih znanja o ponašanju konstrukcija pod opterećenjem i drugim djelovanjima,
- stjecanje praktičnih znanja o analitičkim i numeričkim postupcima linearnog proračuna štapnih konstrukcija,
- stjecanje znanja o diskretizaciji proračunskog modela,
- stjecanje praktičnih znanja u interpretaciji rezultata proračuna dobivenih proračunom na računalu.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- razumijevanje i sposobnost primjene uvjeta ravnoteže u ravnini i prostoru,

- poznavanje osnovnih postupaka određivanja reakcija, unutarnjih sila i progibnih linija statički određenih i statički neodređenih konstrukcija,
- razumijevanje pojma virtualnog rada i teorijskih osnova varijacijskih postupaka,
- osnovne matematičke spoznaje iz područja diferencijalnih jednadžbi.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: potpis iz kolegija Građevna statika 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Građevna statika 1.

Ishodi učenja kolegija:

- primijeniti analitičke i relaksacijske postupke proračuna statički neodređenih konstrukcija,
- objasniti teorijske osnove numeričkih postupaka proračuna,
- objasniti i provesti postupke definiranja utjecajnih funkcija i crtanja utjecajnih linija,
- objasniti proračunski model konstrukcije za proračun konstrukcije programskim paketima,
- primijeniti računalne programe u proračunu konstrukcija i ocijeniti njihovu primjenjivost,
- interpretirati rezultate proračuna programskim paketima.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Opća metoda pomaka [2]
  2. Inženjerska metoda pomaka [2]
  3. Relaksacijski postupci [2]
  4. Utjecajne funkcije i utjecajne linije, Statički neodređeni sistemi [2]
  5. Matematički model konstrukcije, Diskretizacija modela [2]
  6. Jaka i slaba formulacija zadaće [4]
  7. Ritzova metoda [4]
  8. Metoda konačnih razlika [4]
  9. Metoda konačnih elemenata [2]
  10. Prostorni sustavi. Roštiljne konstrukcije. [2]
  11. Zidovi s otvorima. Osnovni pojmovi geometrijske i materijalne nelinearnosti. [2]
- Vježbe (računalne):
  1. Uvodno, modeliranje jednostavnih linijskih nosača [2]
  2. Modeliranje okvirnih ravninskih nosača [4]
  3. Modeliranje štapnih ravninskih nosača [4]
  4. Modeliranje rešetkastih sistema [4]
  5. Modeliranje štapnih prostornih nosača [4]
- Vježbe (konstrukcijske):
  1. Modeliranje zadanog primjera [2]
  2. Uvod u modeliranje plošnih nosača [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 1 kolokvij (treba riješiti 25%; popravni kolokvij).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji na kolokviju riješe 60% oslobađaju se dijela usmenog ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- seminarski rad,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokvij 30%, seminarski rad 20%, usmeni dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. M. Anđelić: *Građevna statika 2*, Građevinski fakultet, Zagreb, 2005.
2. J. Sorić: *Metoda konačnih elemenata*, Golden Marketing, Zagreb, 2004.
3. M. Meštrović: *NMK – skripta*, http://www.grad.hr/kolegiji/nmk

3. godina, 6. semestar

Obvezni kolegiji

ORGANIZACIJA GRAĐENJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 45
- vježbe : 45 (auditorne: 14, projektantske: 31)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teoretskih znanja o planiranju, pripremi, organiziranju i kontroli procesa gradnje,
- stjecanje praktičnih znanja o alatima za organizaciju građenja.

Ishodi učenja kolegija:
- prepoznati počela organizacije građenja (različite teorije organizacije, sustav, projekt itd.),
- objasniti organizaciju radnih procesa,
- objasniti organizaciju gradilišta,
- primijeniti metodu proračuna cijene građenja,
- primijeniti metodu proračuna vremena građenja,
- objasniti sustav zaštite na radu u građevinarstvu.

Programska povezanost:
- za upis kolegija: potpis iz kolegija Tehnologija građenja (visokogradnja ili niskogradnja), položen ispit iz kolegija Građevinska regulativa,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Tehnologija građenja (visokogradnja ili niskogradnja).

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvod
  2. Sustav i projekt
  3. Projekt organizacije građenja
  4. Organizacija radnih procesa
  5. Organizacija gradilišta
  6. Planiranje i kontrola radova
  7. Proračun troškova i cijene
  8. Organizacija sudionika i poslovanja
  9. Upravljanje građevinskim projektima
  10. Zaštita na radu u građevinarstvu
- Vježbe (auditorne):
  1. Točka 1. Ulazni podaci i dokaznica mjera
  2. Točka 1. Iskaz materijala
  3. Točka 2. Tehnologija građenja
  4. Točka 3. Organizacija rada i mrežno planiranje
  5. Točka 4. Dinamički plan

6. Točka 5. Organizacija gradilišta
7. Točka 6. Kalkulacija i troškovnik

- Vježbe (projektantske):
  1. Točka 1. Ulazni podaci, dokaznica mjera i iskaz materijala
  2. Točka 2. Tehnologija građenja
  3. Točka 3. Organizacija rada i mrežno planiranje
  4. Točka 4. Dinamički plan
  5. Točka 5. Organizacija gradilišta
  6. Točka 6. Kalkulacija i troškovnik

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- pozitivno ocijenjen program,
- 25% bodova na svakom od kolokvija (3 kolokvija).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- prisutnost na predavanjima i vježbama,
- pregled i ocjenjivanje programa: [0-18> bodova (1), [18-21> bodova (2), [21-24> bodova (3), [24-27> bodova (4), [27-30] bodova (5),
- ocjenjivanje kolokvija: 25 % potrebno za prolaz na svakom kolokviju (3 kolokvija), 60 % dovoljno za oslobođenje od ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- oslobođenje od ispita ukoliko je ostvareno 60% bodova na svakom od kolokvija (3 kolokvija),
- pismeni i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokvij/ispit 60%,
- program 40%.

Obvezna literatura:

1. Radujković, M; Burcar Dunović, I; Dolaček Alduk, Z,; Nahod, M.M.; Vukomanović, Mladen. *Organizacija građenja*, Zagreb: Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2015.¸
2. Vukomanović, M., Kolarić, S., Radujković, M. – *Priručnik organizacije građenja*, 2018.
3. Radujković, Mladen; Car-Pušić, Diana; Ostojić Škomrlj, Nives; Vukomanović, Mladen; Burcar Dunović, Ivana; Delić, Davor; Meštrović, Hrvoje. *Planiranje i kontrola projekata*, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2012.
4. Radujković, Mladen; Burcar, Ivana; Vukomanović, Mladen. *Riješeni primjeri zadataka - Organizacija građenja 1 i Metode planiranja*; Zagreb : Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2008.
5. 5. Radujković M., Izetbegović J., Nahod M. M., *Građevinska regulativa*, Građevinski fakultet, 2008.
6. Marušić , J.: *Organizacija građenja*, FS- Zagreb, 1994.
7. Lončarić, R.: *Organizacija izvedbe graditeljskih projekata*, HDGI, Zagreb, 1995.

Preporučena literatura:

1. Izetbegović, J.; Žerjav, V.: *Organizacija građevinske proizvodnje*, Sveučilišni udžbenik, GF Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska udruga za organizaciju građenja, Zagreb, 2009.

METALNE KONSTRUKCIJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 4

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (projektantske: 6, konstrukcijske: 9)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o ponašanju čelika i aluminija kao građevinskih materijala i njihov utjecaj na otpornosti konstrukcijskih elemenata i spojeva,
- stjecanja znanja vezanih uz prostornu stabilizaciju objekata izvedenih od čeličnih ili aluminijskih elemenata,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o dimenzioniranju jednostavnih čeličnih konstrukcijskih elemenata.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje statike krutog tijela i spojenih sustava,
- razumijevanje i sposobnost primjene uvjeta ravnoteže u ravnini i prostoru,
- poznavanje i mogućnost određivanja reakcija i unutarnjih sila te progiba na statički određenim konstrukcijama.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: položen ispit kolegija Građevna statika 1. i Uvod u konstruktorsko inženjerstvo.

Ishodi učenja kolegija:

- sposobnost povezivanja znanja o ponašanju čelika kao materijala i utjecaja tog ponašanja na otpornost čeličnih konstrukcijskih elemenata,
- sposobnost izrade dispozicijskih rješenja jednostavnijih konstrukcija kao što su , na primjer, hale bez kranskih staza,
- prepoznavanje ključnih čimbenika za određivanje osnovnih djelovanja na konstrukcije,
- sposobnost određivanje učinaka djelovanja na razini konstrukcijskih elemenata statički određenih sustava,
- sposobnost određivanja proračunskih otpornosti jednostavnijih čeličnih konstrukcijskih elemenata i spojeva za granično stanje nosivosti i granično stanje uporabljivosti.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje. Terminologija i definiranje materije [2]
  2. Značajke čelika. Temeljni pojmovi i proizvodnja čelika. Kemijski sastav i utjecaj na mehaničke karakteristike [2]
  3. Metalografske karakteristike. Termičke obrade. Vlastita naprezanja [2]
  4. Karakteristične veličine i definicije osnovnih pojmova (1. dio) [2]
  5. Karakteristične veličine i definicije osnovnih pojmova (2. dio). Hipoteze tečenja. Umornost materijala. Vrste građevinskih čelika [2]
  6. Osnove pouzdanosti konstrukcija i učinci djelovanja [2]
  7. Otpornost poprečnih presjeka i elemenata – dimenzioniranje (1. dio). [2]
  8. Otpornost poprečnih presjeka i elemenata – dimenzioniranje (2. dio). [2]
  9. Otpornost poprečnih presjeka i elemenata – dimenzioniranje (3. dio). [2]
  10. Otpornost poprečnih presjeka i elemenata – dimenzioniranje (4. dio). [2]

11. Otpornost poprečnih presjeka i elemenata – dimenzioniranje (5. dio). [2]
12. Konstrukcijsko oblikovanje [2]
13. Spojevi i spojna sredstva [2]
14. Zaštita od korozije i otpornost pri požaru [2]
15. Konstrukcije iz aluminijskih legura; Projektiranje podržano pokusom; Izrada i montaže čeličnih konstrukcija [2]

- Vježbe (projektantske):
  1. Norme i propisi. Građevinski čelici. Proizvodi valjanja [1]
  2. Dispozicija hale s načinima prijenosa djelovanja [2]
  3. Dispozicija hale [1]
  4. Određivanje veličine i učinaka djelovanja [1]
  5. Dimenzioniranje elemenata [1]
- Vježbe (konstrukcijske):
  1. Dispozicija hale [2]
  2. Određivanje veličine i učinaka djelovanja [3]
  3. Dimenzioniranje elemenata [3]
  4. Kolokvij i predaja programa [1]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrađen, predan i pozitivno ocijenjen individualni program te u razgovoru s asistentom pokazano dostatno razumijevanje,
- najmanje po 25% bodova na svakom od dva kolokvija na kojima se provjerava razina stečenog teorijskog znanja (popravni kolokviji na kraju semestra za one studente koji nisu ostvarili barem 25% bodova na jednom ili oba kolokvija ili žele popraviti uspjeh ostvaren na redovnom kolokviju).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 2 kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni ispit i to u dva dijela: teorijski dio (može se osloboditi polaganja tog dijela ispita uz ostvarivanje najmanje 60% bodova na svakom od kolokvija) i praktični dio – dimenzioniranje elemenata (obvezan za sve studente),
- za prolaznu ocjenu treba riješiti najmanje 60% svakog dijela ispita.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena ispita formira se na temelju bodova prikupljenih tijekom semestra i bodova ostvarenih na prolazno ocijenjenom pisanom ispitu. Za prolaz na ispitu potrebno je prikupiti minimalno 60% ukupnih bodova.

Obvezna literatura:

1. Skejić, D.; Lukačević, I.: Skripte iz kolegija Metalne konstrukcije - ak. god. 2023./2024., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
2. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Čelične konstrukcije 1*, IA Projektiranje, Zagreb, 2009.
3. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Čelične konstrukcije 2*, IA Projektiranje, Zagreb, 2007.
4. Skejić, D.; Džeba, I.: *Čelične konstrukcije*, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2016.
5. Separati na web stranicama Građevinskog fakulteta za kolegij Metalne konstrukcije

Preporučena literatura:

1. Markulak D.: *Proračun čeličnih konstrukcija prema EN 1993-1-1*, Građevinski fakultet u Osijeku, 2008.
2. Markulak, D: Me(n)talne konstrukcije, Građevinski fakultet u Osijeku, 2018.

MOSTOVI

Bodovna vrijednost (ECTS): 4

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (projektantske: 7, konstrukcijske: 8)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje osnovnog znanja o svim nosivim sustavima mostova, projektiranju, izvedbi i postupcima i metodama održavanja,
- stjecanje osnovnog znanja o konceptualnom projektiranju, analizi djelovanja na mostove te dimenzioniranju nosivih sustava.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- usvojena teorijska znanja o ponašanju konstrukcija pod opterećenjem i drugim djelovanjima te o načinima prijenosa sila,
- usvojena praktična znanja o postupcima linearnog proračuna statički određenih i statički neodređenih štapnih konstrukcija.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: potpis iz kolegija Betonske i zidane konstrukcije 1. i kolegija Ceste,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Betonske i zidane konstrukcije 1.

Ishodi učenja kolegija:

- studenti imaju osnovno znanje i vještine potrebne za projektiranje nosivih sustava mostova i primjenu osnovnih principa konceptualnog projektiranja;
- studenti imaju znanje i vještine potrebne za analiziranje ponašanja i dimenzioniranje nosivih sustava mostova prema graničnim stanjima nosivosti i uporabljivosti, pri čemu rabe suvremene metode i kriterije europskih normi,
- studenti imaju znanje i sposobnost odabira odgovarajućeg nosivog sustava mosta u ovisnosti o geometrijskim rubnim uvjetima u skladu sa suvremenim metodama i kriterijima europskih normi,
- studenti su sposobni oblikovati sve nosive sustave mostova i projektirati armiranobetonski most do raspona od 20 m u skladu sa suvremenim metodama i kriterijima europskih normi.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod i opći podaci [2]
  2. Vrste mostova. Temeljni zahtjevi na mostove [2]
  3. Prometni uvjeti. Djelovanja na mostove [2]
  4. Činitelji pouzdanosti mostova [1]
  5. Elementi dispozicije mostova [1]
  6. Nosive strukture u mostovima [4]

7. Prvi kolokvij [2]
8. Donji ustroj [2]
9. Oprema mostova [2]
10. Elementi oblikovanja [2]
11. Građenje mostova [3]
12. Održavanje mostova. Mostovi u izvanrednim okolnostima [2]
13. Pregled povijesti građenja mostova [2]
14. Suvremeni mostarski dometi [1]
15. Drugi kolokvij [2]

- Vježbe (projektantske):
  1. Upoznavanje s programom, dispozicija i poprečni presjeci, podjela programa [1]
  2. Oblikovanje poprečnog presjeka i uzdužnog rasporeda [1]
  3. Donji ustroj, podjela programa [1]
  4. Oprema mosta i detalji [1]
  5. Analiza djelovanja i poprečna razdioba, priprema za statički proračun [1]
  6. Statički proračun [1]
  7. Dimenzioniranje i izrada armaturnih nacrta [1]
- Vježbe (konstrukcijske):
  1. Dispozicija – crtanje i pregled [2]
  2. Pregled analize opterećenja [1]
  3. Pregled statičkog proračuna [2]
  4. Pregled dimenzioniranja [1]
  5. Pregled, obrana, i ocjena cjelokupnog programa [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada i obrana programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:
- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- program 40%, kolokviji ili pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 20%.

Obvezna literatura:
1. Radić, J.: *Uvod u mostarstvo*, Hrvatska sveučilišna naklada, Jadring, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, Zagreb, 2009.
2. Radić, J.; Mandić, A.; Puž, G.: *Konstruiranje mostova*, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, Jadring, Zagreb, 2005.
3. Separati s vježbi

Preporučena literatura:
1. Radić, J. i suradnici: *Betonske konstrukcije – priručnik*
2. Radić, J. i suradnici: *Betonske konstrukcije – riješeni primjeri*

HIDROTEHNIČKE GRAĐEVINE

Bodovna vrijednost (ECTS): 3,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45

Ciljevi kolegija:

- stjecanje praktičnih i teorijskih znanja o funkcionalnim i konstruktivnim elementima hidrotehničkih građevina, te karakterističnim djelovanjima na hidrotehničke građevine.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje i razumijevanje hidroloških procesa,
- poznavanje i razumijevanje osnovnih zakona mehanike tekućina,
- poznavanje i razumijevanje osnovnih svojstva tla i stijena i temeljenja,
- poznavanja proračuna i građenja betonskih konstrukcija.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: položen ispit iz kolegija Hidrologija, Mehanika tla.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati probleme vezane uz hidrotehničke građevine,
- sudjelovati u definiranju i izradi podloga potrebnih za projektiranje hidrotehničkih građevina,
- sudjelovati u timu za projektiranje i građenje hidrotehničke građevine,
- sudjelovati u timu za upravljanje vodama.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod – svrha, definicije, podjele. Podloge za projektiranje HG [3]
  2. Vrste proračuna, proračun funkcionalnosti [3]
  3. Proračun konstrukcija, opterećenja [3]
  4. Proračun konstrukcija, opterećenja [3]
  5. Obrana od poplava [3]
  6. Uređenje vodnog toka [3]
  7. Kanali i građevine na kanalima [3]
  8. Kolokvij [3]
  9. Cjevovodi i hidrotehnički tuneli [3]
  10. Brane [3]
  11. Brane. Akumulacije. [3]
  12. Akumulacije. Hidroelektrane . [3]
  13. Građevine vodnog prometa – ulazni podaci [3]
  14. Građevine vodnog prometa- dimenzioniranje [3]
  15. Kolokvij [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje predavanjima,
- 2 kolokvija: najmanje 25% bodova po svakom kolokviju (popravni polažu oni koji nisu ostvarili taj uvjet na samo jednom kolokviju).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji ostvare više od 70% bodova po svakom kolokviju oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit (osim za studente oslobođene pisanog ispita preko kolokvija),
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- oslobođenje od polaganja pismenog dijela ispita putem kolokvija – potrebno ostvariti najmanje 70% bodova.

Obvezna literatura:

1. Kuspilić N., Ocvirk E.: *Hidrotehničke građevine*, WEB skripta Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 2017.

Preporučena literatura:

1. Stojić, P: *Hidrotehničke građevine I, II, III*, GF Split, 1997., 1998. i 1999.
2. Stojić, P.: *Hidroenergetika*, Građevinski fakultet, Split, 1995.
3. Nonveiller, E.: *Nasute brane*, Školska knjiga, Zagreb, 1983.
4. *Design of Small Dams*, US Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1977.
5. Đorđević, B: *Korištenje vodnih snaga – objekti hidroelektrana*, Naučna knjiga i GF Beograd, 1989.
6. Savić: *Uvod u hidrotehničke građevine*, Beograd, Građevinski fakultet, 2003.
7. Pršić, M.: *Hidrotehničke građevine*, Poglavlja pomorskih građevina (web stranica).
8. Tadejević, Z., Pršić, M.: *Pomorska hidraulika I*, skripta, 1981.
9. Pršić, M., Tadejević, Z.: *Unutarnji plovni putevi*, skripta, 1988.

TERENSKA NASTAVA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- vježbe: 45 (auditorne:3, konstrukcijske: 6, terenske 36)

Ciljevi kolegija:

- upoznavanje s tehnologijom, tehnikom, organizacijom i procesima rada na gradilištima.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznavanje tehnike, tehnologije i organizacije različitih građevina, njihovog oblika i načina odvijanja radova

Programska povezanost:

- za upis kolegija: položeni ispiti kolegija prva četiri semestra.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Vježbe (auditorne):
  1. Upoznavanje s kolegijem i obvezama [3]
- Vježbe (terenske):
  2. Proizvodnja betona [6]
  3. Iskopi i zaštita građevinske jame [6]

4. Završni radovi i fasadne konstrukcije [6]
5. Izvedba građevinskih radova u visokogradnji [6]
6. Hidrotehničke konstrukcije [6]
7. Prometna infrastruktura [6]

- Vježbe (konstrukcijske):
  1. Predaja i obrana seminara s terenskih vježbi [6]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvo terenskoj nastavi i predaja seminara sa svih terenskih nastava.

Ocjenjivanje na kraju semestra: ispita nema.

Izborni kolegiji

DRVENE KONSTRUKCIJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 4

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne: 8, konstrukcijske: 7)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o drvu kao građevinskom materijalu,
- stjecanje praktičnih znanja o postupcima dimenzioniranja nosivih elemenata drvenih konstrukcija,
- stjecanje praktičnih znanja o stabilizaciji drvenih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- teorijska znanja o ponašanju konstrukcija pod opterećenjem i drugim djelovanjima te o načinima prijenosa sila,
- razumijevanje pojmova naprezanja i deformacija te unutarnjih sila,
- praktična znanja o postupcima linearnog proračuna statički određenih i statički neodređenih štapnih konstrukcija.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: položen ispit iz kolegija Građevna statika 1. i kolegija Otpornost materijala 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Otpornost materijala 2.

Ishodi učenja kolegija:

- spoznaje o fizikalno-mehaničkim karakteristikama drva,
- primijeniti odgovarajuće dokaze nosivosti i uporabivosti elemenata,
- provjeriti nosivost jednostavnijih statičkih sustava,
- primijeniti znanja o dimenzioniranju i izvedbi spojeva sa štapastim spojnim sredstvima,
- riješiti stabilizaciju jednostavnijih konstrukcija,
- konstruirati jednostavnije nosive sustave.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Opći pregled drvenih konstrukcija: povijesni razvoj, sustavi, metodološki pristup [2]
2. Drvo kao materijal: svojstva punog drva, lameliranog lijepljenog drva i pločastih materijala na osnovi drva; klasifikacija drvene građe [4]
3. Protupožarna sigurnost, zaštita i trajnost drvenih konstrukcija [2]
4. Postupci proračuna drvenih konstrukcija: važeći standardi i EUROCODE 5 [6]
5. Spajala u drvenim konstrukcijama: čavli, vijci, trnovi, vijci za drvo, moždanici, ljepila, patentirana spajala, spojevi s tankim limovima. Proračun nosivosti spajala po EC5 [6]
6. Klasične tesarske drvene konstrukcije. Načela proračuna elemenata, oblikovanje i proračun detalja veza elemenata [2]
7. Rešetkasti nosači. Načela proračuna, oblikovanje i proračun detalja veza u klasičnoj i suvremenoj varijanti izvođenja. Prijenos sila kod proračuna detalja [2]
8. Lamelirani nosači: osnove dimenzioniranja tipskih lameliranih nosača paralelnih pojaseva i nosača trapeznog oblika. Oblikovanje i karakteristični detalji [2]
9. Osnove projektiranja ravninskih okvirnih sustava. Načela proračuna, oblikovanje i proračun detalja. Prostorna stabilnost [4]

- Vježbe (auditorne):
  1. Opis zadatka. [1]
  2. Elementi dispozicijskog rješenja konstrukcije. Način rješavanja dispozicije. [1]
  3. Modeli djelovanja i način proračuna prema EUROCODE 5 normama. Analiza djelovanja. [1]
  4. Statički proračun i dimenzioniranje sekundarne konstrukcije prema EUROCODE 5 normama. [1]
  5. Glavna nosiva konstrukcija. Određivanje proračunskih kombinacija djelovanja. Izrada numeričkog (prostornog) modela glavne nosive konstrukcije. Statički proračun glavne nosive konstrukcije. [1]
  6. Dimenzioniranje elemenata glavne nosive konstrukcije prema EUROCODE 5 normama [1]
  7. Detalji u drvenim konstrukcijama Oblikovanje i proračun detalja veza [2]
- Vježbe (konstrukcijske):
  1. Način rješavanja dispozicije. Dispozicijsko rješenje. [1]
  2. Analiza djelovanja prema EUROCODE 1 normama. Statički proračun i dimenzioniranje sekundarne konstrukcije prema EUROCOD 5 normama [1]
  3. Izrada numeričkog (prostornog) modela glavne nosive konstrukcije. Statički proračun nosive konstrukcije. [1]
  4. Dimenzioniranje elemenata glavne nosive konstrukcije. [1]
  5. Detalji veza u drvenim konstrukcijama. Oblikovanje i proračun detalja veza. [1]
  6. Izvedbeni nacrt i nacrti detalja veza. Tehnički opis. [1]
  7. Pregled i predaja programa [1]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- student je dužan prisustvovati na 75 % predavanja,
- student je dužan prisustvovati na 100 % satnice vježbi,
- student je dužan samostalno izraditi projektni zadatka, odnosno, program (pojedine točke programa potrebno je izraditi prema definiranoj dinamici predaje) te isti u cijelosti predati i obraniti do kraja semestra,
- student je dužan ostvariti barem 25 % bodova iz svakog od kolokvija, uz mogućnost izlaska na oba popravna kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- ocjenjivanje kolokvija (pri čemu se student koji u prosjeku oba kolokvija ostvari 60 % od ukupnog broja bodova, a najmanje 50 % iz pojedinog kolokvija, oslobađa praktičnog dijela ispita, a na teoretski dio ispita mora pristupiti).

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni ispit, pri čemu za polaganje ispita student treba ostvariti najmanje 60 % od ukupnog broja bodova koji čine konačnu ocjenu, a ujedno u prosjeku iz praktičnog i teoretskog dijela ispita treba ostvariti najmanje 60 % od ukupnog broja bodova, odnosno, najmanje 50 % bodova iz pojedinog dijela ispita.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena programa, s najviše 10 % od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu,
- u slučaju kolokviranja, ocjena kolokvija s najviše 45 % od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu te ocjena teoretskog dijela ispita, s najviše 45 % od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu,
- ako student ne kolokvira, ocjena praktičnog i teoretskog dijela ispita, s najviše 45 % za pojedini dio ispita od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu.

Obvezna literatura:

1. Bjelanović, A.; Rajčić, V.: *Drvene konstrukcije prema europskim normama*; Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2005. (drugo izdanje 2007.)
2. Žagar, Z.: *Drvene konstrukcije I-II*; Pretei, Zagreb, 2003.
3. Magerle, M: *Svojstva drva*; IGH, Zagreb, 1996.
4. Rajčić, V., Čizmar, D., Stepinac, M.: *Riješeni primjeri iz drvenih konstrukcija*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2014.
5. Nastavni materijali kolegija dostupni na službenim internetskim stranicama kolegija.

Preporučena literatura:

1. Crocetti, R.; Johansson, M.; Johansson, H.; Kliger, R.; Martensson, A.; Norlin, B.; Pousette, A.; Thelandersson, S.: *Design of timber structures I-III*; Swedish Wood, Stockholm, 2022.
2. Blass, H. J.; Sandhaas, C.: *Ingenieurholzbau - Grundlagen der Memessung*; KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2016.
3. Colling, F.: *Holzbau - Grundlagen und Bemessun (und Beispiele) nach Eurocode 5*; Springer Vieweg, Wiesbaden, 2021.
4. Herzog, T.; Nattere, J.; Schweitezer, R.; Volz, M.; Winter, W.: *Holzbau Atlas*; Institut fur internationale Architektur-Dokumentation GmbH, Munchen, 2003.
5. CEN: niz europskih normi *HRN EN 1995-1-1:2013+A2:2015+NA:2013* te *HRN EN 1995-1-2:2013+NA:2013*; CEN, Brussels, 2013.

LAGANE KONSTRUKCIJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 4

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (projektantske: 8, konstrukcijske: 7)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o drvu, staklu i aluminiju kao građevinskom materijalu,
- stjecanje praktičnih znanja o postupcima dimenzioniranja nosivih elemenata drvenih konstrukcija kao i nosivih elemenata aluminijskih konstrukcija te elemenata od nosivog stakla,
- stjecanje praktičnih znanja o stabilizaciji drvenih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- teorijska znanja o ponašanju konstrukcija pod opterećenjem i drugim djelovanjima te o načinima prijenosa sila,
- razumijevanje pojmova naprezanja i deformacija te unutarnjih sila,
- praktična znanja o postupcima linearnog proračuna statički određenih i statički neodređenih štapnih konstrukcija.

Programska povezanost:

- za upis kolegija: položen ispit iz kolegija Građevna statika 1. i kolegija Otpornost materijala 1.,
- za polaganje ispita: položen ispit iz kolegija Otpornost materijala 2.

Ishodi učenja kolegija:

- spoznaje o fizikalno-mehaničkim karakteristikama drva, nosivog stakla i aluminija,
- primijeniti odgovarajuće dokaze nosivosti i uporabivosti elemenata,
- provjeriti nosivost jednostavnijih statičkih sustava od drva, te elemenata od nosivog stakla i aluminija,
- primijeniti znanja o dimenzioniranju i izvedbi spojeva sa štapastim spojnim sredstvima,
- riješiti stabilizaciju jednostavnijih konstrukcija.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Opći pregled drvenih konstrukcija: povijesni razvoj, sustavi, metodološki pristup [2]
  2. Drvo kao materijal: svojstva punog drva, lameliranog lijepljenog drva i pločastih materijala na osnovi drva; klasifikacija drvene građe. Protupožarna sigurnost [2]
  3. Postupci proračuna drvenih konstrukcija: važeći standardi i EUROCODE 5 [5]
  4. Spajala u drvenim konstrukcijama: čavli, vijci, trnovi, vijci za drvo, moždanici, ljepila, patentirana spajala, spojevi s tankim limovima. Proračun nosivosti spajala po EC5 [4]
  5. Klasične tesarske drvene konstrukcije. Načela proračuna elemenata, oblikovanje i proračun detalja veza elemenata [2]
  6. Rešetkasti nosači. Načela proračuna, oblikovanje i proračun detalja veza u klasičnoj i suvremenoj varijanti izvođenja. Prijenos sila kod proračuna detalja [3]
  7. Aluminij kao materijal. Postupci proračuna aluminijskih konstrukcija: EUROCODE 9 [5]
  8. Nosivo staklo kao materijal, postupci proračuna entiteta od nosivog stakla [5]
  9. Proračun aluminijsko-staklenih fasada [2]
- Vježbe (konstrukcijske):
  1. Opis zadatka. [1]
  2. Elementi dispozicijskog rješenja konstrukcije. Način rješavanja dispozicije [1]
  3. Modeli i način proračuna djelovanja prema EUROCODE 1 normama. Analiza djelovanja. Statički proračun i dimenzioniranje sekundarne konstrukcije prema EUROCODE 5 normama. [1]
  4. Glavna nosiva konstrukcija. Određivanje proračunskih kombinacija djelovanja. Izrada numeričkog (prostornog) modela glavne nosive konstrukcije. Statički proračun glavne nosive konstrukcije. [1]

5. Dimenzioniranje elemenata glavne nosive konstrukcije prema EUROCODE 5 normama. [1]
6. Detalji veza u drvenim konstrukcijama. Oblikovanje i proračun detalja veza. [1]
7. Dimenzioniranje aluminijskih stupova i staklenih panela. [1]
8. Dimenzioniranje staklenih panela. [1]

- Vježbe (projektantske):
  1. Način rješavanja dispozicije. Dispozicijsko rješenje. [1]
  2. Analiza djelovanja prema EUROCODE 1 normama. Statički proračun i dimenzioniranje sekundarne konstrukcije prema EUROCODE 5 normama. [1]
  3. Izrada numeričkog (prostornog) modela glavne nosive konstrukcije. Statički proračun nosive konstrukcije. [1]
  4. Dimenzioniranje elemenata glavne nosive konstrukcije. [1]
  5. Detalji veza u drvenim konstrukcijama. Oblikovanje i proračun detalja veza. [1]
  6. Izvedbeni nacrt i nacrti detalja veza. Tehnički opis. [1]
  7. Pregled i predaja programa. [1]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- student je dužan samostalno izraditi projektni zadatak, odnosno, program (pojedine točke programa potrebno je izraditi prema definiranoj dinamici predaje) te isti u cijelosti predati i obraniti do kraja semestra,
- student je dužan ostvariti barem 25 % bodova iz svakog od kolokvija, uz mogućnost izlaska na oba popravna kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- ocjenjivanje kolokvija (pri čemu se student koji u prosjeku oba kolokvija ostvari 60 % od ukupnog broja bodova, a najmanje 50 % iz pojedinog kolokvija, oslobađa praktičnog dijela ispita, a na teoretski dio ispita mora pristupiti).

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni ispit: pri čemu za polaganje ispita student treba ostvariti najmanje 60 % od ukupnog broja bodova koji čine konačnu ocjenu, a ujedno u prosjeku iz praktičnog i teoretskog dijela ispita treba ostvariti najmanje 60 % od ukupnog broja bodova, odnosno, najmanje 50 % bodova iz pojedinog dijela ispita.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena programa, s najviše 10 % od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu,
- u slučaju kolokviranja, ocjena kolokvija s najviše 45 % od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu te ocjena teoretskog dijela ispita, s najviše 45 % od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu,
- ako student ne kolokvira, ocjena praktičnog i teoretskog dijela ispita, s najviše 45 % za pojedini dio ispita od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu.

Obvezna literatura:

1. Bjelanović, A.; Rajčić, V.: *Drvene konstrukcije prema europskim normama*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2005., (II izdanje 2007.)
2. Žagar, Z.: *Drvene konstrukcije I i II*, Pretei d.o.o, Zagreb, 2002./03.

3. Rajčić, V., Čizmar, D., Stepinac, M.: *Riješeni primjeri iz drvenih konstrukcija*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2014.
4. Čizmar, D., Rajčić, V.: *Priručnik iz kolegija Lagane konstrukcije*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. 2008.
5. Boko, I.; Skejić, D.; Torić, N.: *Aluminijske konstrukcije*; Udžbenici Sveučilišta u Splitu i Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Split, 2017.
6. Nastavni materijali dostupni na mrežnim stranicama kolegija.

Preporučena literatura:

1. CEN: niz europskih normi *HRN EN 1995-1-1:2013+A2:2015+NA:2013 te HRN EN 1995-1-2:2013+NA:2013*; CEN, Brussels, 2013.
2. CEN: niz europskih normi *HRN EN 1999-1-1:2015+NA:2015* te *HRN EN 1995-1-2:2008+NA:2015*; CEN, Brussels, 2015.
3. O'Regan, C.: *Structural use of glass in buildings (Second Edition)*, The Institution of Structural Engineers, London, 2014.
4. Loughran, P.: *Falling Glass - Problems and Solutions in Contemporary Architecture*; Birkhäuser, Basel, Boston, MA, 2003.

USTROJSTVO STUDIJA

Organizacija nastave i opterećenje studenta

Izvedbeni plan nastave temelji se na radnom opterećenju studenata od 40 sati tjedno, u što se uračunava nastava, terenski rad, praktične vježbe i drugi oblici nastave te i vrijeme potrebno za pripremu studenta.

Nastava se ustrojava po semestrima u skladu s odredbama izvedbenog plana nastave.

Akademska godina ima u pravilu 44 radna tjedna, od čega 30 nastavnih tjedana te 14 tjedana unutar kojih se osigurava vrijeme potrebno za konzultacije, pripremu ispita i ispite i u kojemu nema obveze drugih oblika nastave.

Ukupne tjedne obveze studenta u nastavi mogu iznositi najviše 26 sati.

Udio praktične i/ili terenske nastave određuje se ECTS bodovima.

Redoviti student u jednom semestru upisuje od 25 do 35 ECTS bodova.

Posebno uspješnim studentima može se omogućiti upis i više od 35 ECTS bodova radi bržeg završavanja studija ili šireg obrazovanja.

Nastava i izvannastavne djelatnosti studenata iz tjelesne i zdravstvene kulture izvode se izvan satnice koja se odnosi na ukupne tjedne obveze studenta. Ova nastava obvezna je u prvoj i drugoj godini prijediplomskog studija, a u ostalim godinama studija izvodi se kao neobvezna. Ovoj se nastavi ne pripisuju ECTS bodovi.

Popis kolegija i/ili modula koje studenti mogu izabrati s drugih studija

Studenti mogu u skladu sa studijskim programom upisivati pojedine kolegije drugih sveučilišnih studija (studijskih programa) Sveučilišta koji se ne izvode na Fakultetu.

Popis kolegija i/ili modula koji se mogu izvoditi na stranom jeziku

Na stranom jeziku mogu se izvoditi kolegiji navedeni u izvedbenom planu pojedine akademske godine.

Upis u višu godinu studija

Student može upisati samo one kolegije za koje je stekao preduvjete po programu i planu studija.

Preduvjeti za polaganje i slušanje kolegija prijediplomskog studija propisani su posebnom odlukom Fakultetskog vijeća.

Student prijediplomskog studija stječe pravo na upis u višu godinu studija kad ispuni studijske obveze propisane općim aktom Fakulteta kojim se određuju pravila studiranja na prijediplomskom studiju Građevinarstvo.

Student koji nije ispunio prethodno navedene uvjete može nastaviti studij prema pravilima propisanim općim aktom Fakulteta kojim se određuju pravila studiranja na prijediplomskom studiju Građevinarstvo.

Predavanja i vježbe

Student je obvezan biti nazočan oblicima nastave koji su utvrđeni studijskim programom i izvedbenim planom, a što je uz, ispunjavanje ostalih propisa i ostvarivanje odgovarajućih rezultata na provjerama znanja, uvjet za dobivanje potpisa nastavnika.

Ispiti i druge provjere znanja

Znanje studenata može se provjeravati i ocjenjivati tijekom nastave (kolokviji, praktične zadaće i sl.), a konačna se ocjena utvrđuje na ispitu.

Ispit se iz istog kolegija može polagati neograničen broj puta u akademskoj godini. Student koji nije položio ispit iz istog kolegija obvezan je ponovno upisati taj kolegij.

Izvedbenim planom može se utvrditi da se neki oblici nastave provode bez ocjenjivanja, ili da se ocjenjuju opisno, ili da se konačna ocjena može utvrditi provjerom i ocjenjivanjem tijekom nastave, ili da se ocjene znanja studenta u pojedinim oblicima nastave uračunavaju u konačnu ocjenu studentova znanja kolegija postignutu u ispitu i/ili drugim provjerama.

Nastavnik koji izvodi nastavu kolegija ima pravo provjeravati i ocjenjivati znanje studenata u svakom obliku nastave.

Ispitni rokovi i način provođenja ispita

Ispitni su rokovi: zimski, ljetni i jesenski. Ispitni rokovi traju najmanje 3 tjedna. U svakom ispitnom roku postoje za svaki predmet najmanje dva ispitna termina.

Kada je to opravdano, dekan može odrediti i izvanredne ispitne rokove.

Ispitu može pristupiti student koji je zadovoljio sve propisane obveze utvrđene izvedbenim planom nastave. Pravo polaganja ispita ima student iz kolegija koje je upisao i kojih slušanje ima potvrđeno od strane nastavnika u ISVU sustavu.

Završetak studija

Prijediplomski studij završava polaganjem završnog ispita. Kolegiji iz kojih se ne može upisati završni ispit navedeni su u posebnom općem aktu Fakulteta.

Završni ispit

Pri upisu u završni semestar student prijavljuje kolegij i mentora kod kojeg želi polagati završni ispit.

Temu završenog ispita sastavlja mentor, a student je mora dobiti najkasnije 6 tjedana nakon početka nastave u završnom semestru.

Izradom i obranom pisanog završnog rada ostvaruje se 6 ECTS bodova, te on po težini i opsegu mora biti takav da ga student može izraditi za 180 efektivnih sati rada. Završni ispit polaže se pred tročlanim povjerenstvom.

Sveučilišni diplomski studij Građevinarstvo

OPĆI DIO

Trajanje studija

Dvije godine sa 120 ECTS bodova.

Uvjeti upisa na studij

Završeni sveučilišni prijediplomski studij građevinarstva, a uz dodatne uvjete završeni sveučilišni prijediplomski studij iz srodnih tehničkih znanosti ili stručni studij građevinarstva.

Režim studija

Ustrojava se i izvodi po semestrima kao redovni studij.

Kriteriji i uvjeti prijenosa ECTS bodova

Studentima se priznaje broj ECTS bodova prema odredbama studijskog programa Fakulteta bez obzira na vrijednost ECTS bodova koje kolegij ima na matičnom studijskom programu.

Uvjeti pod kojima studenti koji su prekinuli studij ili su izgubili pravo studiranja na jednom studijskom programu mogu nastaviti studij

Studenti koji su prekinuli studij, studij mogu nastaviti, uz uvjet usklađivanja s programom u koji se upisuju.

Studenti koji su izgubili pravo studiranja na jednom studijskom programu mogu nastaviti studij uz uvjet usklađivanja ECTS bodova koje su ostvarili sa studijskim programom Fakulteta.

Akademski naziv koji se stječe završetkom studija

Sveučilišni magistar inženjer građevinarstva / sveučilišna magistra inženjerka građevinarstva; kratica: univ. mag. ing. aedif.

Isprava o završenom studiju

Nakon završenog sveučilišnog diplomskog studija studentu se izdaje diploma (u tiskanom i digitalnom obliku, na hrvatskom i engleskom jeziku) kojom se potvrđuje završetak studija i stjecanje akademskog naziva.

Uz diplomu studentu se izdaje i dopunska isprava (*diploma supplement,* u tiskanom i digitalnom obliku, na hrvatskom i engleskom jeziku) o studiju kojom se potvrđuje koje je ispite položio, kojom ocjenom te koliko je ostvario ECTS bodova.

ISHODI UČENJA STUDIJSKOG PROGRAMA

Osoba koja je završila studij može:

(ZNANJE I RAZUMIJEVANJE)

- sveobuhvatno razumjeti opće fenomene i probleme građevinarstva, a posebno one u grani građevinarstva u kojoj se osoba specijalizirala,
- pokazati visok stupanj profesionalnog znanja i ponašanja u građevinarstvu,

(PRIMJENA ZNANJA I RAZUMIJEVANJA)

- primijeniti stečena znanja i vještine pri planiranju, projektiranju, građenju, nadziranju i održavanju složenih građevinskih konstrukcija, zahvata i sustava u grani svoje specijalizacije sa stanovišta stabilnosti, sigurnosti, uporabivosti, zaštite okoliša i troškova,
- primijeniti stečene vještine i potrebna znanja na prepoznavanje, formuliranje i analiziranje problema te pronaći jedno ili više prihvatljivih rješenja u grani građevinarstva u kojoj se osoba specijalizirala,
- prihvatiti analitički pristup radu, utemeljen na širem poznavanju znanosti,
- planirati, nadzirati i izvoditi stručne, razvojne i znanstvene projekte,

(DONOŠENJE ZAKLJUČAKA, SUDOVA I ODLUKA)

- tumačiti socijalne aspekte građevinskih pothvata na kojima osoba radi te društveni kontekst u kojem se građenje događa,
- preuzeti vodeću ulogu u poduzećima i istraživačkim organizacijama te pridonositi inovacijama,
- razvijati granu građevinarstva u kojoj se osoba specijalizirala, uvažavajući spoznaje iz drugih znanstvenih disciplina,

(KOMUNIKACIJA, PREZENTACIJE I RAD U TIMU)

- protumačiti suradnicima svoje zamisli i projekte,
- pronalaziti rješenja tehničkih i društvenih problema u radnoj sredini,
- primijeniti stečena znanja na kreativan način pri donošenju odluka na odgovornim radnim mjestima,
- raditi na međunarodnoj razini, uzimajući u obzir kulturne, jezične, socijalne i ekonomske utjecaje,

(VJEŠTINE UČENJA I ETIKA)

- stalno pratiti novosti te se usavršavati u struci;
- prihvatiti odgovornost za vlastite odluke;
- prihvatiti zahtjeve drugih struka i biti spreman sudjelovati u interdisciplinarnim aktivnostima.

RASPORED KOLEGIJA PO SEMESTRIMA

Smjer GEOTEHNIKA

1. godina, 1. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Izborni kolegij	Matematika 3. Stohastički procesi	45	0	30	7,5
2	Metode istraživačkog rada		15	0	0	1,5
3	Geotehničko inženjerstvo		30	0	30	6
4	Numeričko modeliranje u geotehnici		30	0	45	7,5
5	Primijenjena mehanika tla		45	0	30	7,5
	Ukupno		**165**	**0**	**135**	**30**

1. godina, 2. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Primijenjena mehanika stijena		30	0	30	6
2	Temeljenje		45	0	30	7,5
3	Nasipi i kosine		30	0	30	6
4	Izborni kolegij	Primijenjena geologija Zaštita okoliša	30	0	0	3
5	Izborni kolegiji (odabrati jedan)					
	Ukupno					**min 27**

Izborni kolegiji (2. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Dinamika konstrukcija i potresno inženjerstvo	45	6	24	7,5
2	Teorija elastičnosti i plastičnosti	45	0	30	7,5
3	Numerička matematika	30	0	30	6
4	Perspektiva	30	0	30	6
5	Geometrija u graditeljstvu	15	0	30	4,5
6	Valovi i titranja	30	0	30	6
7	Kolegiji drugih smjerova ili s drugih studija				

2. godina, 3. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Ojačanje tla i stijena	30	0	30	6
2	Potporne građevine	30	0	30	6
3	Hidrogeologija i inženjerska geologija	30	0	0	3
4	Geotehnički laboratorij	30	0	45	7,5
5	Izborni kolegiji (izabrati dva kolegija)				min. 10,5
	Ukupno				**min 33**

Izborni kolegiji (3. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Podzemne građevine	30	0	30	6
2	Geotehnika i zaštita okoliša	30	0	15	4,5
3	Dinamika tla	30	0	30	6
4	Engleski jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5
5	Njemački jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5
6	Kolegiji drugih smjerova ili s drugih studija				

2. godina, 4. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Geotehnički projekt	30	0	30	6
2	Terenska ispitivanja i opažanja	30	0	30	6
3	Diplomski rad				18
	Ukupno	**60**	**0**	**60**	**30**

Smjer HIDROTEHNIKA

1. godina, 1. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Izborni kolegij	Matematika 3. Stohastički procesi	45	0	30	7,5
2	Metode istraživačkog rada		15	0	0	1,5
3	Hidraulika 1.		45	0	30	7,5
4	Hidrologija 2.		30	0	30	6
5	Regulacije vodotoka		45	0	30	7,5
	Ukupno		**180**	**0**	**120**	**30**

1. godina, 2. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Izborni kolegij	Opskrba vodom i odvodnja 1. Zaštita voda	30	0	15	4
2	Izborni kolegij	Primijenjena geologija Zaštita okoliša	30	0	0	3
3	Izborni kolegij	Konstrukcije Obrada podataka u hidrotehnici	30	0	30	6
4	Plovni putevi i luke		45	0	45	9
5	Hidrotehničke melioracije 1.		45	0	30	8
	Ukupno		**180**	**0**	**120**	**30**

2. godina 3. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Korištenje vodnih snaga	30	0	30	6
2	Opskrba vodom i odvodnja 2.	30	0	30	6
3	Izborni kolegiji (upisati 3 ili 4 kolegija)				min 18
	Ukupno				**30**

Izborni kolegiji (3. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Urbana hidrologija	30	0	30	6
2	Pročišćavanje voda	30	0	30	6
3	Modeliranje u hidrotehnici	30	0	30	6
4	Hidrotehničke melioracije 2.	30	0	30	6
5	Postupci zaštite od voda	28	2	30	6
6	Hidraulika 2.	30	0	30	6
7	Potporne građevine	30	0	30	6
8	Hidrogeologija i inženjerska geologija	30	0	0	3
9	Hidrotehnički betoni	30	0	30	6

2. godina, 4. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Hidrotehnički sustavi	45	0	15	6
2	Izborni kolegij				6
3	Diplomski rad	0		12	18
	Ukupno				**30**

Izborni kolegiji (4. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Projektiranje u hidrotehnici	0	0	60	6
2	Biološke vodogradnje	30	0	30	6
3	Posebni hidroenergetski sustavi	30	0	30	6
4	Pomorske građevine	30	0	30	6

Smjer KONSTRUKCIJE

1. godina, 1. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Izborni kolegij	Matematika 3. Stohastički procesi	45	0	30	7,5
2	Metode istraživačkog rada		15	0	0	1,5
3	Prednapeti beton		30	0	30	6
4	Mostovi 2.		30	0	30	6
5	Metalne konstrukcije 2.		30	0	30	6
6	Pouzdanost konstrukcija		30	0	0	3
	Ukupno		**180**	**0**	**120**	**30**

1. godina, 2. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Betonske i zidane konstrukcije 2.	30	0	30	6
2	Metalne konstrukcije 3.	30	0	30	6
3	Drvene konstrukcije 2.	30	0	30	6
4	Trajnost konstrukcija 1.	30	0	30	6
5	Montažne armiranobetonske konstrukcije	30	0	30	6
	Ukupno	**150**	**0**	**150**	**30**

2. godina, 3. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Betonske konstrukcije 3.	30	0	30	6
2	Mostovi 3.	30	0	30	6
3	Dinamika konstrukcija	30	0	15	4,5
4	Izborni kolegiji (upisati 3 kolegija)				min. 13,5
	Ukupno				**30**

Izborni kolegiji (3. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Stabilnost konstrukcija	30	0	15	4,5
2	Trajnost konstrukcija 2.	30	0	15	4,5
3	Visoke građevine	30	0	15	4,5
4	Ispitivanje konstrukcija	30	0	15	4,5
5	Engleski jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5
6	Njemački jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5

2. godina, 4. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Specijalne inženjerske građevine	30	0	15	4,5
2	Spregnute konstrukcije	30	0	15	4,5
3	Izborni kolegij				3
4	Diplomski rad	0		12	18
	Ukupno				**30**

Izborni kolegiji (4. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Potresno inženjerstvo	30	0	0	3
2	Numerička matematika	30	0	30	6
3	Perspektiva	30	0	30	6
4	Geometrija u graditeljstvu	15	0	30	4,5
5	Valovi i titranja	30	0	30	6
6	Ocjenjivanje postojećih mostova	30	0	30	6
7	Postojeće zidane konstrukcije – procjena i pojačanje	30	0	30	6
8	Aluminijske konstrukcije	30	0	30	6
9	Konstrukcijski aspekti projektiranja fasada	30	0	30	6

Smjer MATERIJALI

1. godina, 1. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Izborni kolegij	Matematika 3. Stohastički procesi	45	0	30	7,5
2	Metode istraživačkog rada		15	0	0	1,5
3	Teorija i tehnologija betona		30	16	14	6
4	Građevinska fizika		30	0	30	6
5	Polimeri		30	6	9	4,5
6	Mehanika materijala		30	0	15	4,5
	Ukupno		**180**	**22**	**98**	**30**

1. godina, 2. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Izborni kolegij	Primijenjena geologija Zaštita okoliša	30	0	0	3
2	Izborni kolegij	Upravljanje kvalitetom Teorija elastičnosti i plastičnosti	45	0	30	7,5
3	Trajnost konstrukcijskih materijala		30	4	26	6
4	Posebni betoni i tehnologije		45	0	30	7,5
5	Betonske i zidane konstrukcije 2.		30	0	30	6
	Ukupno		**180**	**4**	**116**	**30**

2. godina, 3. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Predgotovljeni sustavi	30	0	30	6
2	Nerazorna ispitivanja	30	0	30	6
3	Zaštita od požara	30	0	30	6
4	Izborni kolegiji 1 (upisati jedan ili dva kolegija)				6
5	Izborni kolegiji 2 (upisati jedan kolegij)				6
	Ukupno				**30**

Izborni kolegiji 1 (3. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Tehnologija sanacija i ojačanja	30	8	22	6
2	Organizacija rada i proizvodnje	30	0	0	3
3	Tehnologija proizvodnje materijala	30	0	0	3

Izborni kolegiji 2 (3. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Betoni prometnica	30	14	16	6
2	Hidrotehnički betoni	30	0	30	6
3	Metalne konstrukcije 2.	30	0	30	6

2. godina, 4. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Diplomski rad				18
2	Izborni kolegiji 1 (upisati jedan kolegij)				6
3	Izborni kolegiji 2 (upisati jedan ili dva kolegija)				min 6
	Ukupno				**30**

Izborni kolegiji 1		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Betoni visokih uporabnih svojstava	30	0	30	6
2	Numeričko modeliranje u inženjerstvu materijala	30	0	30	6
3	Energetska obnova zgrada	15	0	45	6

Izborni kolegiji 2		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Projektiranje eksperimenata	30	0	30	6
2	Engleski jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5
3	Njemački jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5
4	Numerička matematika	30	0	30	6
5	Geometrija u graditeljstvu	15	0	30	4,5
6	Perspektiva	30	0	30	6
7	Primijenjena metalurgija	30	0	30	6
8	Valovi i titranja	30	0	30	6
9	Zelena gradnja	15	15	15	4,5

Smjer ORGANIZACIJA GRAĐENJA

1. godina, 1. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Izborni kolegij	Matematika 3. Stohastički procesi	45	0	30	7,5
2	Metode istraživačkog rada		15	0	0	1,5
3	Organizacija građenja 2.		30	0	30	6
4	Upravljanje održavanjem građevina		30	0	15	4,5
5	Metode optimalizacije u građevinarstvu		30	0	30	6
6	Proučavanje rada		30	0	15	4,5
	Ukupno		**180**	**0**	**120**	**30**

1. godina, 2. semestar

Kolegij			Ukupno sati			ECTS
			Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Građevinski strojevi		26	4	30	6
2	Menadžment u građevinarstvu		30	11	4	4,5
3	Upravljanje građevinskim projektima		60	5	25	9
4	Izborni kolegiji (upisati jedan)	Zaštita okoliša	30	0	0	3
		Informacijsko modeliranje gradnje	30	0	30	6
		Engleski jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5
		Njemački jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5
5	Izborani kolegiji (upisati jedan ili dva kolegija)					min. 10,5
	Ukupno					**30**

Izborni kolegiji (2. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Tehnologija građenja 1.	45	0	30	7,5
2	Praćenje i kontrola gradnje	30	0	0	3
3	Numerička matematika	30	0	30	6
4	Perspektiva	30	0	30	6
5	Geometrija u graditeljstvu	15	0	30	4,5
6	Gospodarenje građevinama	30	0	30	6
7	Valovi i titranja	30	0	30	6
8	Kolegiji drugih smjerova ili s drugih studija				

2. godina, 3. semestar

Kolegiji		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Građevinski poslovni sustavi	30	0	30	6
2	Metode planiranja	30	0	30	6
3	Sociologija organizacije	30	0	15	4,5
4	Izborni kolegiji (upisati dva kolegija)				min. 12
	Ukupno				**28,5**

Izborni kolegiji (3. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar.	Vježbe	
1	Upravljanje ljudskim potencijalima	30	0	30	6
2	Tehnologija građenja 2.	30	0	30	6
3	Investicijska politika	30	0	30	6
4	Kolegiji drugih smjerova ili s drugih studija				

2. godina, 4. semestar

Kolegiji		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Poslovne strategije građevinskih poduzeća	45	0	0	4,5
2	Stručna praksa	0	0	60	6
3	Izborni kolegij (upisati jedan)				min 3
4	Diplomski rad	0		12	18
	Ukupno				**31,5**

Izborni kolegiji (4. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Praćenje i kontrola gradnje	30	0	0	3
2	Gospodarenje građevinama	30	0	30	6
3	Zaštita na radu u građevinarstvu	30	0	15	4,5
4	Tehnologije obnove i ojačanja zgrada	30	0	30	6
5	Kolegiji drugih smjerova ili s drugih studija				

Smjer PROMETNICE

1. godina, 1. semestar

	Kolegij		Ukupno sati			ECTS
			Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Izborni kolegij	Matematika 3. Stohastički procesi	45	0	30	**7,5**
2	Prometna buka		30	0	15	4,5
3	Prometna tehnika		30	0	30	6
4	Planiranje i projektiranje cesta		30	0	30	6
5	Projektiranje i građenje željeznica		30	0	30	6
	Ukupno		**165**	**0**	**135**	**30**

1. godina, 2. semestar

	Kolegij		Ukupno sati			ECTS
			Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Menadžment u građevinarstvu		30	0	0	3
2	Izborni kolegij	Primijenjena geologija Zaštita okoliša	30	0	0	3
3	Kolničke konstrukcije		30	0	30	6
4	Gornji ustroj željeznica		45	0	15	6
5	Donji ustroj prometnica		30	0	30	6
6	Cestovna čvorišta		30	0	30	6
	Ukupno		**180**	**0**	**105**	**30**

2. godina, 3. semestar

	Kolegij	Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Metode istraživačkog rada	15	0	0	1,5
2	Prometni tuneli	30	0	30	6
3	Aerodromi	30	0	15	4,5
4	Oprema prometnica	45	0	0	4,5
5	Prometni sustavi	45	0	0	4,5
6	Izborni kolegiji (upisati dva kolegija)				min 9
	Ukupno				**30**

	Izborni kolegiji (3. semestar)	Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Odvodnja prometnica	30	0	15	4,5
2	Održavanje kolnika	30	0	15	4,5
3	Metode poboljšanja tla	30	0	15	4,5
4	Engleski jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5
5	Njemački jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5
6	Vibracije od prometa	30	0	15	4,5
7	Kolegiji drugih smjerova ili s drugih studija				

2. godina, 4. semestar

	Kolegij	Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Gospodarenje kolnicima	30	0	0	3
2	Izborni kolegiji (upisati dva kolegija)				min. 9
3	Diplomski rad				18
	Ukupno				**30**

Izborni kolegiji (4. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Promet u mirovanju	30	0	15	4,5
2	Gradske prometnice	30	0	15	4,5
3	Održavanje kolosijeka	45	0	0	4,5
4	Gradske željeznice	30	0	15	4,5
5	Numeričko modeliranje kolosiječnih konstrukcija	30	0	15	4,5
6	Numerička matematika	30	0	30	6
7	Perspektiva	30	0	30	6
8	Geometrija u graditeljstvu	15	0	30	4,5
9	Valovi i titranja	30	0	30	6
10	Kolegiji drugih smjerova ili s drugih studija				

Smjer TEORIJA I MODELIRANJE KONSTRUKCIJA

1. godina, 1. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Matematika 3.	45	0	30	7,5
2	Metode istraživačkog rada	15	0	0	1,5
3	Mehanika materijala	30	0	15	4,5
4	Nelinearna statika štapnih konstrukcija	30	0	15	4,5
5	Eksperimentalne metode 1.	30	0	30	6
6	Metalne konstrukcije 2.	30	0	30	6
	Ukupno	**180**	**0**	**120**	**30**

1. godina, 2. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Teorija elastičnosti i plastičnosti	45	0	30	7,5
2	Dinamika konstrukcija i potresno inženjerstvo	45	6	24	7,5
3	Metoda konačnih elemenata	30	0	30	6
4	Teorija kompozita	30	0	15	4,5
5	Betonske i zidane konstrukcije 2.	30	0	15	4,5
	Ukupno	**180**	**6**	**114**	**30**

2. godina, 3. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Plošni nosači	30	4	26	6
3	Ispitivanje konstrukcija	30	0	30	6
4	Teorija stabilnosti	30	4	26	6
3	Izborni kolegiji (za r.b. 1-5: odabrati kolegije od min 9 ECTS-a)				min. 12
	Ukupno				**30**

Izborni kolegiji (3. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Metode teorije elastičnosti i plastičnosti	30	0	15	4,5
2	Polimeri	30	6	9	4,5
3	Osnove mehanike loma	30	0	15	4,5
4	Programiranje postupaka proračuna konstrukcija	30	0	15	4,5
5	Numeričke metode u proračunu konstrukcija	30	0	15	4,5
6	Stohastički procesi ili Kolegiji drugih smjerova ili s drugih studija				

2. godina, 4. semestar

Kolegij		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Izborni kolegiji (za r.b. 1-4: najmanje barem jedan kolegij)				min. 12
2	Diplomski rad				18
	Ukupno				**30**

Izborni kolegiji (4. semestar)		Ukupno sati			ECTS
		Predav.	Seminar	Vježbe	
1	Posebna poglavlja otpornosti materijala	30	0	15	4,5
2	Stohastička analiza konstrukcija	30	0	15	4,5
3	Viseće konstrukcije od platna i užadi	30	0	30	6
4	Proračun postojećih konstrukcija u seizmički aktivnim područjima	30	10	20	6
5	Numerička matematika	30	0	30	6
6	Perspektiva	30	0	30	6
7	Geometrija u graditeljstvu	15	0	30	4,5
8	Valovi i titranja	30	0	30	6
9	Engleski jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5
10	Njemački jezik u građevinarstvu 2.	0	0	45	4,5
11	Kolegiji drugih smjerova ili s drugih studija				

SADRŽAJI KOLEGIJA S ISHODIMA UČENJA

Smjer GEOTEHNIKA

1. godina, 1. semestar

Obvezni kolegiji

METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

GEOTEHNIČKO INŽENJERSTVO

Bodovna vrijednost (ECTS): 6,0

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (11 auditorne + 19 konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:

- upoznavanje s osnovnim načelima Eurocoda 7 i njihovom primjenom na geotehničke konstrukcije,
- stjecanje osnovnih znanja o vrstama i ulogama osnovnih geotehničkih konstrukcija i zahvata (plitkih i dubokih temelja, potpornih konstrukcija, zaštite građevnih jama, usjeka, nasute građevine) te razumijevanje projektnih situacija koje se na njih odnose,
- stjecanje znanja o provođenju proračuna jednostavnijih geotehničkih konstrukcija (plitkog temelja na tlu i stijeni, pilota, potpornih konstrukcija, stabilizacije usjeka i iskopa u stijeni) s aspekta graničnih stanja nosivosti i uporabivosti.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih fizikalno mehaničkih karakteristika tla i stijenske mase (krutost, čvrstoća),
- primjena osnovnih pojmova mehanike tla (klasifikacija tla, indeksni pokazatelji, princip efektivnih naprezanja, konsolidacija tla, slijeganja i nosivosti plitkih temelja, pritisci tla na zidove, procjeđivanje podzemne vode, stabilnost kosina).

Ishodi učenja kolegija (4 do 8):

- prepoznati projektne situacije koje se odnose na osnovne geotehničke konstrukcije (plitki i duboki temelji, potporne konstrukcije, kosine, nasute građevine) u skladu s načelima Eurocoda 7,
- izračunati nosivost plitkih i dubokih temelja u različitim tipovima tla i stijene,
- primijeniti jednostavnije metode za ocjenu stabilnosti prirodnih i umjetnih kosina,

- odrediti zemljane pritiske na različite tipove potpornih konstrukcija i ocijeniti njihovu stabilnost,
- provesti jednostavnije seizmičke proračune za osnovne geotehničke konstrukcije.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  8. Uvod u geotehničko inženjerstvo [2]
  9. Načela Eurocoda 7 [2]
  10. Vrste i nosivost plitkih temelja u različitim tipovima tla i stijene [2]
  11. Slijeganje plitkih temelja [2]
  12. Proračunske metode stabilnosti prirodnih i umjetnih kosina [2]
  13. Djelovanja na kosine i postupci stabilizacije [2]
  14. Vrste potpornih konstrukcija i određivanje zemljanih pritiska [2]
  15. Djelovanja i provjere stabilnosti potpornih konstrukcija [2]
  16. Primjena vrste i nosivost dubokih temelja [2]
  17. Djelovanje i prijenos sila u grupama pilota [2]
  18. Vrste nasutih građevina i osnove zbijanja tla [2]
  19. Izvedba zemljanih građevina i provjere stabilnosti [2]
  20. Uvod u dinamiku tla i osnove cikličkog ponašanja tla [2]
  21. Tipični problemi seizmičkog geotehničkog inženjerstva [2]
  22. Pojednostavljeni seizmički geotehnički proračun [2]
- Vježbe:
  1. UVOD – ponavljanje, izvedbeni plan nastave, pravila igre (auditorne) [2]
  2. EC7 – ponavljanje (proračunske situacije, projektne vrijednosti, parc. koef.), primjeri za razne konstr. (auditorne) [2]
  3. TEM. SAMAC (nosivost + slijeganje) – primjer proračuna nosivosti za koso ekscentrično opterećenje i slijeganje Kanny, Steinbrenner, M&P, 1 . PROGRAM – zadatak (auditorne i konstrukcijske) [2]
  4. 1. PROGRAM – rješavanje zadatka (konstrukcijske) [2]
  5. KOSINA – proračun stabilnosti u programu GEO-SLOPE, 2 . PROGRAM – zadatak (auditorne i konstrukcijske) [2]
  6. 2 . PROGRAM – rješavanje zadatka (konstrukcijske) [2]
  7. POTPORNI ZID – primjer proračuna za gravitacijski i L zid (pritisci prema Rankine), 3. PROGRAM – zadatak (auditorne i konstrukcijske) [2]
  8. 3. PROGRAM – rješavanje zadatka (konstrukcijske) [2]
  9. ZAGATNA KONSTRUKCIJA – primjer proračuna za sidrenje u jednom redu, 4. PROGRAM – zadatak (auditorne i konstrukcijske) [2]
  10. 4. PROGRAM – rješavanje zadatka (konstrukcijske) [2]
  11. DUBOKO TEMELJENJE NA PILOTIMA – primjer proračuna nosivosti (API i DIN) i slijeganja pilota (DIN), 5. PROGRAM – zadatak (auditorne i konstrukcijske) [2]
  12. 5. PROGRAM – rješavanje zadatka (konstrukcijske) [2]
  13. SEIZMIČKI PRORAČUN – jednostavniji primjeri seizmičkih proračuna na geotehničkim konstrukcijama iz prethodnih programa, 6. PROGRAM – zadatak (auditorne i konstrukcijske) [2]
  14. 6. PROGRAM – rješavanje zadatka (konstrukcijske) [2]
  15. PREGLED PROGRAMA (konstrukcijske) [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi
- programi predani točni i na vrijeme.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- programi

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani ispit 100%.

Obvezna literatura:

- Nastavni materijali dostupni na mrežnoj stranici kolegija.
- Materijali za vježbe dostupni na mrežnoj stranici kolegija.

Preporučena literatura:

1. bilo koja domaća ili strana knjiga iz geotehničkog inženjerstva ili temeljenja.

NUMERIČKO MODELIRANJE U GEOTEHNICI

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 45 (5 auditorne + 35 na računalima + 5 konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje znanja potrebnih za inženjersko prosuđivanje pri modeliranju u geotehnici,
- primjena stečenih znanja pri modeliranju kompleksnih geotehničkih problema.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje rada s programima SIGMA/W, SEEP/W i SLOPE/W,
- poznavanje svih parametara tla potrebnih kao ulazni podaci za programe SIGMA/W, SEEP/W i SLOPE/W,
- razumijevanje osnovnih principa numeričkog modeliranja.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati primjeren način numeričkog modeliranja za pojedini geotehnički problem,
- objasniti rezultate numeričkog modeliranja,
- izabrati relevantne parametre tla za numeričko modeliranje,
- analizirati modelirano ponašanje tla,
- planirati korake numeričkog modeliranja za pojedini geotehnički problem.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod [1]
  2. Numeričke analize procjeđivanja vode u tlu [4]
  3. Naponsko – deformacijske analize [5]
  4. Kolokvij
  5. Analize stabilnosti [4]
- Vježbe (auditorne u kompjutorskoj učionici):

1. Strukturirane i nestrukturirane mreže te utjecaj rubnih uvjeta, upoznavanje s računalnim programom
2. Modeliranje procjeđivanja u saturiranom tlu
3. Strujanje kroz anizotropno i nehomogeno tlo
4. Modeliranje procesa konsolidacije tla [2]
5. Modeliranje procjeđivanja u nesaturiranom tlu
6. Interakcija analiza procjeđivanja i naponsko-deformacijskih analiza
7. Analize slijeganja i nosivosti temelja samaca, temeljnih traka i temeljnih ploča
8. Modeliranje građevne jame i stabilizacija sidrima
9. Modeliranje građevne jame i stabilizacija razuporama
10. Modeliranje nasipa i tunela
11. Interakcija analiza procjeđivanja i analiza stabilnosti
12. Odabir modela te parametara za modeliranje analiza stabilnosti
13. Analize stabilnosti – parametarske analize
14. Usporedba analiza stabilnosti LEM i phi-c redukcija

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- minimalno 25% bodova na kolokviju,
- od mogućih 50 bodova, koji se sakupljaju tijekom semestra, treba sakupiti 25 bodova.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- jedan kolokvij (ukupno 30 bodova),
- dvije domaće zadaće iz zadataka (ukupno 20 bodova).

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani (zadaci na računalu) i usmeni ispit (ukupno 50 bodova).

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena dobiva se iz zbroja bodova stečenih radom tijekom semestra (do 50 bodova) i uspjeha na pisanom i usmenom ispitu (do 50 bodova) na slijedeći način: dovoljan 60-69 bodova, dobar 70-79 bodova, vrlo dobar 80-89 bodova, izvrstan 90-100 bodova.

Obvezna literatura:

1. Nastavni materijali: Mario Bačić (predavanja – Powerpoint prezentacije).

Preporučena literatura:

1. *GEO-SLOPE International: SLOPEW/W Version 5 Users Guide*. GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada, 2001.
2. *GEO-SLOPE International: SIGMA/W Version 5 Users Guide*. GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada, 2001.
3. *GEO-SLOPE International: SEEP/W Version 5 Users Guide*. GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada, 2001.
4. Potts, D. M.; Zdravkovic, L.: Finite *Element Analysis in Geotechnical Engineering: Application*. Thomas Telford, London, Velika Britanija, 1999.
5. Hicks, M. A., Brinkgreve, R. B. J., Rohe, A.: Numerical Methods in Geotechnical Engineering, CRC Press, 2014.

PRIMIJENJENA MEHANIKA TLA

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 45
- vježbe: 30 (12 auditorne + 18 konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:
- upoznavanje s mehaničkim ponašanjem sitnozrnih i krupnozrnih vodom zasićenih tla,
- upoznavanje s jednostavnim analitičkim modelima mehaničkog ponašanja tla,
- upoznavanje sa postupcima određivanje parametara jednostavnih analitičkih modela mehaničkog ponašanja tla iz rezultata uobičajenih laboratorijskih i terenskih pokusa.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- primjena osnovnih pojmova mehanike neprekidnih sredina (naprezanja, deformacije, ravnoteža, linearna elastičnost, elastične i plastične deformacije, čvrstoća),
- razumijevanje osnovnih pojmova i primjene metode konačnih elemenata u mehanici neprekidnih sredina,
- primjena osnovnih pojmova mehanike tla (klasifikacija tla, indeksni pokazatelji, princip efektivnih naprezanja, krutost i čvrstoća tla, konsolidacija tla, uobičajeni laboratorijski i terenski geotehnički pokusi, račun slijeganja i nosivosti plitkih temelja, pritisci tla na zidove, procjeđivanje podzemne vode, stabilnost kosina).

Ishodi učenja kolegija:
- prepoznati bitne čimbenike koji utječu na mehaničko ponašanje tla,
- interpretirati i analizirati rezultate uobičajenih geotehničkih laboratorijskih i terenskih pokusa,
- analizirati, usporediti i povezati rezultate geotehničkih istražnih radova,
- procijeniti i odabrati parametre jednostavnih analitičkih modela ponašanja tla relevantnih za razmatrani geotehnički problem,
- odabrati proračunski model geotehničkog profila tla za relevantan za razmatrani geotehnički problem,
- osnovno baratanje računalnim programima za rješavanje problema rubnih uvjeta na primjerima modeliranja edometarskih i troosnih pokusa s linearno-elastičnim modelom tla i troosnih pokusa s elasto-plastičnim modelom tla.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno predavanja
  2. Fazni odnosi u tlu
  3. Naprezanja u tlu
  4. Fazni odnosi u tlu – prezentacije studenata
  5. Ponašanje tla u edometarskom pokusu
  6. Ponašanje tla u pokusima izravnog smicanja
  7. Ponašanje tla u dreniranim troosnim pokusima
  8. Naprezanja u tlu – prezentacije studenata
  9. Ponašanje tla u nedreniranim troosnim pokusima
  10. Ponašanje tla pri zbijanju
  11. Krutost tla pri malim deformacijama [2]

12. Laboratorijski pokusi – prezentacije studenata [2]
13. Završne prezentacije i predaja konačnih programa

- Vježbe:
  1. Uvod
  2. Fazni odnosi u tlu [3]
  3. Naprezanja u tlu [4]
  4. Laboratorijski pokusi [5]
  5. Fazni odnosi u tlu, naprezanja u tlu, laboratorijski pokusi [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi
- tri programa predana točni i na vrijeme

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- programi

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani ispit 100%.

Obvezna literatura:

- Nastavni materijali dostupni na mrežnoj stranici kolegija.
- Materijali za vježbe dostupni na mrežnoj stranici kolegija.

Preporučena literatura:

1. Wood, D. M.: *Soil Behaviour and Critical States Soil Mechanics*. Cambridge University Press, Cambridge, Velika Britanija, 1990.
2. Davies, R. O.; Salvadurai, A. P. S.: *Plasticity and Geomechanics*. Cambridge University Press, Cambridge, Velika Britanija, 2002.

Izborni kolegiji

MATEMATIKA 3.

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

STOHASTIČKI PROCESI

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

1. godina, 2. semestar

Obvezni kolegiji

PRIMIJENJENA MEHANIKA STIJENA

Bodovna vrijednost: 6,0

Broj sati (ukupno u semestru):
- Predavanja: 30
- Vježbe (auditorne): 30

Ciljevi kolegija:
- stjecanje naprednih teorijskih i primijenjenih znanja o ponašanju stijena uslijed izvedbe geotehničkih zahvata,
- primjena stečenih znanja pri rješavanju složenijih problema iz domene mehanike stijena i stijenskog inženjerstva.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- razumijevanje osnovnih pojmova mehanike stijena,
- razumijevanje primarnog i sekundarnog stanja naprezanja u stijenskom inženjerstvu,
- poznavanje metoda klasifikacije stijenske mase,
- poznavanje osnovnih principa numeričkog modeliranja u geotehnici.

Ishodi učenja kolegija:
- primijeniti metode klasifikacije i karakterizacije stijenske mase i diskontinuiteta u praktičnim zahvatima u stijenskoj masi,
- objasniti principe, mehanizme i poteškoće u projektiranju, izvedbi i monitoringu zahvata u stijeni na inženjerski adekvatan način (usmeno, pismeno i grafički),
- formulirati i izvršiti odgovarajuće analize za potrebe evaluacije stabilnosti pokosa, temelja i tunela u stijenskoj masi,
- odabrati i primijeniti dostupne inženjerske metode, alate i tehnologije za projektiranje i izvedbu zahvata u stijenskoj masi.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvod u primijenjenu mehaniku stijena i stijensko inženjerstvo.
  2. Sekundarno stanje naprezanja za različite zahvate u stijenskoj masi.
  3. Fizikalne i mehaničke karakteristike stijenske mase i diskontinuiteta.
  4. Napredna karakterizacija diskontinuiteta i stereografska projekcija.
  5. Inženjerske primjene klasifikacija stijenske mase.
  6. Teorija blokova.
  7. Konstitucijski modeli stijenske mase.
  8. Temeljenje na stijeni – mehanizmi sloma, analitički i numerički modeli.
  9. Temeljenje na stijeni – bitni aspekti izvedbe.

10. Stabilnost stijenskih pokosa – mehanizmi sloma, analitički i numerički modeli.
11. Stabilnost stijenskih pokosa – metode stabilizacije.
12. Tuneli u stijeni – mehanizmi sloma, analitički i numerički modeli.
13. Tuneli u stijeni – metode izvedbe i sanacije.
14. Mjerenja i monitoring u stijenskom inženjerstvu.
15. Reologija stijenske mase.
16. Mehanika stijena i zaštita okoliša.

- Vježbe:
  1. Uvodne vježbe
  2. Analitičke metode u stijenskom inženjerstvu
  3. Numeričke metode temeljenje na kontinuumu.
  4. Numeričke metode temeljenje na diskontinuumu.
  5. Odabir parametara za konstitucijske modele stijenskog inženjerstva.
  6. Analiza i interpretacija stereografskih projekcija.
  7. Analize stabilnosti nadsloja i laminiranih krovnih slojeva podzemnih otvora.
  8. Numeričke analize stabilnosti stijenskih klinova u tunelima.
  9. Numeričke analize planarnih slomova stijenskih pokosa.
  10. Numeričke analize klinastih slomova stijenskih pokosa.
  11. Numeričke analize prevrtanja blokova stijenskih pokosa.
  12. Numeričke analize stijenskih odrona.
  13. Numeričke analize stabilnosti temelja na stijenskoj masi.
  14. Probabilističke metode u analizama stijenskog inženjerstva [2].

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- predaja tri programa

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani (teorijski dio, zadaci i upotreba računala) i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- za pristup usmenom ispitu treba na pisanom dijelu ostvariti minimalno 60 %.

Obvezna literatura:

1. Kovačević, M.S.: Mehanika stijena, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, sveučilišni udžbenik, 2021.
2. Kovačević, M.S.: Nastavni materijal (predavanja i tablice za vježbe – powerpoint prezentacije)
3. Rocscience Inc.: Rocscience priručnici (RSData, CPillar, Dips, RS2, RocSupport, UnWedge, Swedge, RocPlanar, RocTopple, RocFall), Software manuals, Ontario Canada, 2021.

Dopunska literatura:

1. Hudson, J. ; Harrison, J.(1997), Engineering rock mechanics: an introduction to the principles, Oxford: Pergamon.
2. Hudson, J.;Harrison, J.(2000), Engineering rock mechanics: part 2. Illustrative worked examples, Oxford: Pergamon.

TEMELJENJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe: 30 (auditorne: 16, na računalima: 14)

Ciljevi kolegija:

- interpretirati zakonsku regulativu vezanu za projektiranje i izvođenje temelja,
- izabrati vrstu temelja obzirom na vrstu tla, mogućnost izvođenja i zadana opterećenja,
- osmisliti i dimenzionirati temelje građevine da zadovolji uvjete mehaničke otpornosti i stabilnosti,
- osmisliti program istražnih radova potrebnih za projektiranje temelja.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- interpretirati rezultate geotehničkih istražnih radova,
- prepoznati vrstu i bitna mehanička svojstva temeljnog tla,
- identificirati opće zahtjeve uvažavanja rizika u normama za projektiranje građevinskih konstrukcija,
- izračunati slijeganje, vremenski tok slijeganja i nosivost tla ispod jednostavnih plitkih temelja.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Primijenjena mehanika tla, Geotehničko inženjerstvo.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati i objasniti proračunske situacije i granična stanja relevantna za dokazivanje mehaničke otpornosti i stabilnosti temeljnih konstrukcija,
- osmisliti program i interpretirati rezultate geotehničkih istražnih radova za potrebe projektiranja i izvođenja temeljnih konstrukcija,
- izračunati slijeganje, nosivost, stabilnost i unutarnje sile u plitkim temeljima i pilotima,
- osmisliti postupak proračuna i dokazivanje mehaničke otpornosti i stabilnosti plitkih i dubokih temelja u slučaju interakcije konstrukcija-temelj-tlo,
- osmisliti i oblikovati pogodne temelje obzirom na zahtjeve konstrukcije koja se na njih oslanja i svojstva tla,
- osmisliti neophodnu komunikaciju i dogovore s projektantom građevinske konstrukcije koja će se osloniti predviđene temelje.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod u temeljenje, vrste temelja, kriteriji, zakonska regulativa
  2. Plitki temelji (vrste, granična stanja, proračunske situacije, oblikovanje, detalji)
  3. Ispitivanje tla i određivanje proračunskih parametara za plitke temelje
  4. Slijeganje plitkih temelja
  5. Nosivost plitkih temelja, klizanje plitkih temelja
  6. Dimenzioniranje plitkih temelja prema Eurokodu 7
  7. Interakcija konstrukcija-temelj-tlo
  8. Duboki temelji, vrste, granična stanja, proračunske situacije

9. Načini izvedbe dubokih temelja, detalji
10. Ispitivanje tla i određivanje proračunskih parametara za duboke temelje
11. Osno opterećenje piloti, negativno trenje
12. Bočno opterećeni piloti
13. Dimenzioniranje dubokih temelja prema Eurokodu 7
14. Ispitivanje pilota, mjerenja i opažanja
15. Složene temeljne konstrukcije

- Vježbe:
  1. Temelj samac: nosivost i slijeganje [4]
  2. Grupa temelja samca i temeljne trake [2]
  3. Temeljna ploča [2]
  4. Interakcija tla i konstrukcije (okvirna konstrukcija na plitkim temeljima) [2]
  5. Nosivost i slijeganje osno opterećenog pilota [2]
  6. Nosivost i slijeganje poprečno opterećenog pilota [2]
  7. Proračun grupe pilota

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- ostvareno minimalno 30 bodova iz 6 programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrađenih 6 studentskih programa (ukupno 60 bodova)

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni ispit (ukupno 40 bodova)

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena dobiva se iz zbroja bodova stečenih radom tijekom semestra (do 60 bodova) i uspjeha na pisanom i usmenom ispitu (do 40 bodova) na slijedeći način: dovoljan 60-70 bodova, dobar 70-80 bodova, vrlo dobar 80-90 bodova, izvrstan 90-100 bodova.

Obvezna literatura:

1. Nastavni materijali: Mario Bačić (tekstovi predavanja i Powerpoint prezentacije).

Preporučena literatura:

1. Bond, A.; Harris, A.: *Decoding Eurocode 7*. Taylor & Francis, London, 2008.
2. Rees, I. C.; Isenhower, W. M.; Wang, S.-T.: *Analysis and Design of Shallow and Deep Foundations*. John Wiley & Sons, Hew Jersey, USA, 2006.
3. Salgado, R.: *The Engineering of Foundations*. McGraw-Hill, Boston, 2008.
4. Tomlinson, M. J.: *Foundation Design and Construction*. Prentice Hall. London, 2000.

NASIPI I KOSINE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6,0

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (6 auditorne + 20 na računalima + 4 konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:

- Stjecanje i primjena teorijskih znanja pri rješavanju kompleksnijih geotehničkih problema vezanih uz stacionarno i nestacionarno strujanje vode kroz tlo i nasute građevine,
- stjecanje teorijskih znanja o vrstama nasutih građevina, izboru materijala te načinu ugradnje,
- stjecanje teorijskih znanja o metodama stabilizacije nestabilnih kosina,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o proračunima nasutih građevina
- i kosina.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- razumijevanje efektivnih i ukupnih naprezanja te tlaka vode u mirnoj vodi, te potencijala za stacionarno strujanje vode u tlu
- razumijevanje konsolidacije tla,
- poznavanje osnovnih fizikalno mehaničkih karakteristika tla (čvrstoća, krutost, koeficijent procjeđivanja),
- poznavanje osnovnih principa numeričkog modeliranja.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Primijenjena mehanika tla, Geotehničko inženjerstvo.

Ishodi učenja kolegija:

- definirati sve pojmove vezane uz stacionarno / nestacionarno strujanje vode kroz saturirano / nesaturirano tlo i nasute građevine,
- razumjeti i definirati relevantne rubne uvjete za probleme procjeđivanja vode kroz nasute građevine i kosine,
- razumjeti mehanizme sloma nasutih građevina i kosina,
- objasniti funkcije unutarnjeg ustroja nasutih građevina,
- odabrati projektne situacije vezane za različite tipove nasutih brana,
- razumjeti osnovne probleme vezane za izgradnju i stabilnost nasutih brana,
- provesti proračune procjeđivanja i stabilnosti različitih tipova nasutih brana i kosina u skladu s relevantnim nacionalnim i europskim normama,
- analizirati i dokazati stabilnost nasutih građevina i kosina u saturiranim i nesaturiranim uvjetima,
- odabrati i primijeniti dostupne inženjerske metoda, alate i tehnologije za stabilizaciju nestabilnih kosina.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Nestabilna kosina i njihovi uzroci.
  2. Parametri posmične čvrstoće u saturiranim i nesaturiranim uvjetima i način njihova odabira; drenirani i nedrenirani parametri čvrstoće.
  3. Goetehnički proračun stabilnosti kosina s prikazom analitičkih i numeričkih metoda (MGR i MKE).
  4. Geotehnički proračuni stabilnosti kosina za različite projektne situacije.
  5. Stabilizacija nestabilnih pokosa (sidrene i čavlane kosine, primjena geosintetika, mikropiloti).
  6. Vrste nasutih građevina (hidrotehnički nasipi i brane, nasipi za prometnice, odlagalište otpada).

7. Izbor zemljanih materijala, ispitivanje na terenu i laboratoriju, načini ugradnje, svojstva zbijenog materijala.
8. Kolokvij.
9. Izbor tipova brane, zonirani nasipi, varijacije rješenja, prikaz značajnijih brana.
10. Analize stabilnosti nasutih građevina u različitim projektnim situacijama.
11. Procjeđivanje vode kroz nasute građevine, strujanje vode u saturiranim i nesaturiranim uvjetima, strujanje vode kroz anizotropno i nehomogeno tlo.
12. Konsolidacija tla ispod nasutih građevina / Izgradnja nasipa na nedreniranom i dreniranom temeljnom tlu.
13. Primjena Eurocode-a za nasute građevine i kosine [2].
14. Monitoring i opažanje nasutih građevina i kosina.

- Vježbe:
  1. Geotehnički proračuni stabilnosti kosina [3]
  2. Stabilizacija nestabilnih pokosa sidrima
  3. Stabilizacija nestabilnih pokosa čavlima
  4. Stabilizacija nestabilnih pokosa geosinteticima.
  5. Podjela prvog programa, analiza zahtjeva programa, odabir optimalnog rješenja stabilizacije.
  6. Geotehnički proračuni stabilnosti nasutih građevina
  7. Geotehnički proračuni procjeđivanja vode kroz nasute građevine [2]
  8. Podjela drugog programa, analiza zahtjeva programa, odabir optimalnog projekta nasute građevine.
  9. Procjeđivanje vode kroz nasute građevine – izotropnost / anizotropnost i homogeni / nehomogeni presjek.
  10. Stacionarno / nestacionarno strujanje vode kroz saturiranu / nesaturiranu građevinu.
  11. Izgradnja nasipa u nedreniranim i dreniranim uvjetima, analiza konsolidacije tla ispod nasipa.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada 2 programa,
- minimalno 25% ostvarenih na kolokviju,
- od mogućih 40 bodova, koji se sakupljaju tijekom semestra, treba sakupiti 20 bodova.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrađena i predana 2 programa (ukupno 20 bodova)
- kolokvij (ukupno 20 bodova)

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani (teorija i zadaci na računalu) i usmeni ispit (ukupno 60 bodova)

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena dobiva se iz zbroja bodova stečenih radom tijekom semestra (do 40 bodova) i uspjeha na pisanom i usmenom ispitu (do 60 bodova) na slijedeći način: dovoljan 60-70 bodova, dobar 70-80 bodova, vrlo dobar 80-90 bodova, izvrstan 90-100 bodova.

Obvezna literatura:

1. Bačić, M: Nastavni materijal (predavanja - PPT prezentacije)
2. Nonveiller, E.: Nasute brane – projektiranje i građenje, Školska knjiga, Zagreb, 1983.

3. Nonveiller, E.: Kliženje i stabilizacija kosina, Školska knjiga, Zagreb, 1987.

Preporučena literatura:

1. GEO-SLOPE International: Users Guides (SIGMA /W, SEEP /W, SLOPE W). GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada, 2021.
2. US Dept. of Interior, Bureau of Reclamation: Design of small dams, 3rded, 1987.
3. U.S. Army Corps of Engineers (USACE): Slope stability, Engineering and Design report, EM 1110-2-1902, 2003.
4. Fredlund, D. G.; Rahardjo, H.: Soil Mechanics for Unsaturated Soils, John Wiley & Sons, NY.
5. Eurocod-e norme serije EN 199i ; i = 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8.

Izborni kolegiji

PRIMIJENJENA GEOLOGIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje osnovnih znanja iz opće geologije, mineralogije i petrologije,
- stjecanje osnovnih znanja iz hidrogeologije i inženjerske geologije za primjenu u građevinarstvu,

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih kemijskih elemenata i spojeva.

Ishodi učenja kolegija:

- sposobnost razlikovanja magmatskih, metamorfnih i sedimentnih stijena,
- sposobnost prepoznavanja slojeva, bora, rasjeda i navlaka,
- poznavanje procesa nastajanja krša i različitih krških oblika te upoznavanje s problemima na koje građevinari nailaze pri gradnji tunela u kršu,
- sposobnost korištenja geoloških karata – prepoznavanja geoloških simbola, očitavanja geološke starosti stijena, njihovog sastava te ostalih važnih geoloških pojava nekog terena,
- stečena znanja o osnovnim inženjerskogeološkim klasifikacijama stijenske mase.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod [2]
  2. Općenito o geoznanosti. Geologija opća, stratigrafska. Konstitucija Zemlje. Geoid. Mineralogija. Mineral. Kristal [2]
  3. Izotropni i anizotropni minerali. Pirogeni, pneumatogeni, hidrotermalni, hidatogeni. Os, ravnina centar simetrije. Kristalni sustavi. Svojstva kristala, kristalne veze. Tetraedrijska koordinacija. Koordinacijski broj. Polimorfija. Izomorfija [2]
  4. Svojstva minerala. Mineralne skupine. Oksidi i hidroksidi. Karbonati. Sulfati. Silikati [2]

5. Uvod u petrologiju. Stijene. Fenokristali, monomineralne. Eruptivne stijene. Način pojavljivanja eruptivnih stijena. Struktura i tekstura eruptivnih stijena. Kiselost magmi. Bowenov niz kristalizacije. Tablica eruptivnih stijena [2]
6. Sedimentne stijene. Transporti sedimenata. Mineralni sastav sedimentnih stijena. Strukture i teksture sedimentnih stijena. Opći pregled sedimentnih stijena. Metamorfne stijene. Zone metamorfizma. Podjele metamorfnih stijena [2]
7. Tektonika. Izdanci, isklinjenje, debljina sloja. Slojevi, bore,antiklinale i sinklinale. Rasjedi. Navlake. Vrste pukotina [2]

(Kolokvij)

8. Egzodinamika Zemlje. Insolacija. Hidrogeologija. Voda, hidrološki ciklus. Poroznost, propusnost. Laminarno i turbulentno tečenje. Tipovi vodonosnika. Ghyben Herzbergov zakon. Led i snijeg. Vjetar, organizmi [2]

(Popravni kolokvij)

9. Krš. Vanjski krški oblici. Unutrašnji krški oblici [2]
10. Tipovi speleoloških objekata. Speleothemi. Podzemne vode [2]
11. Klizišta. Endodinamika. Orogeneze, epirogeneze [2]
12. Vulkani. Potresi. Potresne ljestvice, seizmičnost [2]
13. Geološke karte. RMR i Q klasifikacije stijena u građevinarstvu. Određivanje starosti stijena [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje na 75% predavanja,
- minimalno 25% ostvarenih bodova na kolokviju; popravni kolokvij.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- za pristupit usmenom ispitu treba na pisanom dijelu ostvariti minimalno 60%.

Obvezna literatura:

1. Herak, M.: *Geologija*, 1990.
2. Šestanović, S.: *Osnove geologije i petrologije*, 2001.

Preporučena literatura:

4. West, T.: *Geology Applied to Engineering*, 1994.
5. Monroe, J.; Wicander, R.: *Physical geology*, 2006.
6. Plummer, C.; McGeary, D.; Carlson, C.: *Physical Geology*, 2010.

ZAŠTITA OKOLIŠA

Vidjeti u poglavlju Smjer Hidrotehnika.

DINAMIKA KONSTRUKCIJA I POTRESNO INŽENJERSTVO

Vidjeti u poglavlju Smjer Teorija i modeliranje konstrukcija.

TEORIJA ELASTIČNOSTI I PLASTIČNOSTI

Vidjeti u poglavlju Smjer Teorija i modeliranje konstrukcija.

NUMERIČKA MATEMATIKA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

PERSPEKTIVA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

VALOVI I TITRANJA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

2. godina, 3. semestar

Obvezni kolegiji

OJAČANJE TLA I STIJENA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 12, konstrukcijske: 18)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja metodama ojačanja temeljnog tla i stijene,
- primjena teorijskih znanja pri odabiru odgovarajuće metode ojačanja temeljnog tla i stijene ovisno o problemu koji se razmatra (ograničavanje slijeganja, ubrzana konsolidacija, itd.).

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje pojmova krutosti i čvrstoće tla i stijena,
- razumijevanje konsolidacije tla i principa pornih pritisaka,
- poznavanje načina određivanja slijeganja konstrukcije, kao i nosivosti temeljnog tla/stijene.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Primijenjena mehanika stijena,
- položen ispit iz kolegija: Primijenjena mehanika tla, Geotehničko inženjerstvo.

Ishodi učenja kolegija:

- sposobnost prepoznavanja problema i odabira optimalne metode ojačanja tla u ovisnosti o razmatranom problemu,
- sposobnost određivanja stupnja ojačanja tla i proračuna krutosti ojačanog tla ako se razmatra problem ograničavanja slijeganja, te proračuna parametara čvrstoće ojačanog tla ako se razmatra nosivost temeljnog tla,
- sposobnost određivanja brzine konsolidacije i potrebnog vremena za ukupnu konsolidaciju ako se razmatra problem smanjenja pornih pritisaka i ubrzanja konsolidacije,
- sposobnost provođenja jednostavnijih laboratorijskih i terenskih pokusa u cilju kontrole kvalitete radova ojačanja tla (uređaj za jednoosni pritisak, SASW).

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Izbor metode i upravljanje rizicima kod ojačanja tla i stijena [2]
  2. Zamjena tla, premještanje tla, reduciranje opterećenja [2]
  3. Preopterećenje, vakumsko predopterećenje, opteretne berme, inundacija [2]
  4. Vertikalni drenovi [3]
  5. Sniženje razine podzemne vode [3]
  6. Smrzavanje tla, grijanje tla, ojačanje vegetacijom [2]
  7. Vibracijske metode ojačanja tla [3]

8. Šljunčani stupovi [3]
9. Ojačanje tla injektiranjem [3]
10. Mlazno injektiranje [2]
11. Stabilizacija tla cementom i vapnom [2]
12. Primjena geosintetike u ojačanju tla [2]

- Vježbe:
  1. Vertikalni drenovi (auditorne) [2]
  2. Dubinsko vibracijsko zbijanje (auditorne) [2]
  3. Šljunčani piloti (auditorne) [4]
  4. Konsolidacijsko injektiranje (auditorne) [2]
  5. Mlazno injektiranje (auditorne) [4]
  6. Predopterećenje (auditorne) [2]
  7. Sidrene konstrukcije (auditorne) [2]

  (Kolokvij)
  8. Armiranje tla (auditorne) [4]
  9. Kontrola kvalitete ojačanja tla i stijena (laboratorijske) [2]
  10. Kontrola kvalitete ojačanja tla i stijena (terenske) [2]
  11. Mjerenja i opažanja ojačanog tla i stijena (terenske) [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- prisustvovanje na 75% predavanja i 100% vježbi,
- minimalno 25% ostvarenih bodova na kolokviju.

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- pisani (teorija 70 %, zadaci 30%) i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- da bi se moglo pristupiti usmenom ispitu, potrebno je na pisanom dijelu ostvariti minimalno 60% (ocjena pismenog: 60-70% dovoljan (2), 70-80% dobar (3), 80-90% vrlo dobar (4), 90-100% izvrstan (5)).

Obvezna literatura:
1. Nastavni materijali: Meho Saša Kovačević (predavanja – powerpoint prezentacije)

Preporučena literatura:
1. Mitchell, J. M.; Jardine, F. M.: *A Guide to Ground Treatment*. CIRIA publication C573, London, UK, 2002.
2. Bell, F. G.: *Engineering Treatment of Soils*, Spon Press, London, UK, 1993.
3. Moseley, M. P.: *Ground Improvement*, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 1993.

POTPORNE GRAĐEVINE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (20 auditorne + 4 na računalima + 6 konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:
- Stjecanje teorijskih znanja o vrstama potpornih konstrukcija,

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o proračunima potpornih konstrukcija,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o projektiranju, izvedbi i monitoringu potpornih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnovnih fizikalno mehaničkih karakteristika tla (čvrstoća, krutost),
- poznavanje osnova Mohr-ovih kružnica naprezanja,
- razumijevanje procjeđivanja vode u tlu,
- poznavanje osnovnih principa numeričkog modeliranja.

Ishodi učenja kolegija:
- opisati i razumjeti osnovne koncepte ponašanja krutih i fleksibilnih potpornih građevina,
- razumjeti zemljane pritiske na potporne konstrukcije te se upoznati s načinom njihova proračuna,
- odrediti relevantna djelovanja na potpornu konstrukciju uključujući zemljane pritiske, vlastitu težinu konstrukcije, vanjska djelovanja te potres,
- razumjeti mehanizme sloma i deformacije potpornih građevina,
- odabrati relevantne projektne situacije vezane za potporne građevine
- analizirati i dokazati mehaničku otpornost i stabilnost potpornih građevina u skladu s relevantnim nacionalnim i europskim normama,
- odabrati i primijeniti dostupne inženjerske metode, alate i tehnologije za osiguranje otpornosti i stabilnosti potpornih građevina,
- steći osnovna znanja i vještine proračuna i dimenzioniranja konstruktivnih elemenata i sklopova potpornih građevina.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Primjena i vrste potpornih konstrukcija
  2. Odabir projektnih parametera i relevantnih proračunskih situacija
  3. Osnove proračuna zemljanih pritisaka - koncepti opisa zemljanih pritisaka, parametri čvrstoće
  4. Osnove proračuna zemljanih pritisaka - Rankineova stanja, Coulombova metoda i točnost
  5. Osnove proračuna zemljanih pritisaka - dodatno opterećenje na površini terena, djelovanje potresa
  6. Potporni zidovi (gravitacijski i konzolni)
  7. Metode proračuna potpornih zidova (gravitacijski i konzolni)
  8. Armirane zemljane konstrukcije
  9. Metode proračuna armiranih zemljanih konstrukcija
  10. Ukopane potporne stijene, sidrenje potpornih konstrukcija, elementi proračuna geotehničkih sidara
  11. Proračuni ukopanih potpornih stijena (projektni i teorijski zahtjevi)
  12. Proračuni ukopanih potpornih stijena (proračunski postupci)
  13. Primjena Eurocode-a za potporne konstrukcije
  14. Monitoring i opažanje potpornih konstrukcija
- Vježbe:

1. Primjeri proračuna potpornih konstrukcija – pritisci tla (aktivni, pasivni, pri mirovanju, Rankine, Coulomb).
2. Utjecaj dodatnih opterećenja na potporne konstrukcije (dodatn opterećenje na površini, seizmika: Mononobe – Okabe izrazi).
3. Analiza relevantnih graničnih stanja potpornih konstrukcija – prevrtanje, klizanje, nosivost, slijeganje.
4. Proračun gravitacijskog potpornog zida – analitička rješenja.
5. Proračun konzolnog potpornog zida – analitička rješenja.
6. Proračun potpornog zida od armiranog tla – naponsko-deformacijske analize i analize stabilnosti.
7. Proračun ukopane potporne građevine – analitička rješenja.
8. Proračun sidrenih ukopanih potpornih građevina – naponsko deformacijska analiza, analiza procjeđivanja, analiza stabilnosti.
9. Proračun razuprtih ukopanih potpornih građevina – naponsko deformacijska analiza i analiza procjeđivanja, analiza stabilnosti.
10. Dimenzioniranje sidara i razupora.
11. Izrada programa.
12. Predaja programa.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani (teorijski dio, zadaci i upotreba računala) ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani ispit 100%

Obvezna literatura:

1. Librić, L: Nastavni materijal (predavanja - PPT prezentacije)
2. Nonveiller, E.: Mehanika tla i temeljenje građevina, II. izdanje. Školska knjiga, Zagreb, 1981.

Preporučena literatura:

1. Dembicki, E.: Tlak, otpor i nosivost tla, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1982.
2. Gaba, A. R., Simpson, B.; Powrie, W.; Beadman, D. R: Embedded retaining walls-guidance for economic design, Report CIRIA C580, London, 2003.
3. Clayton, C.R.I., Woods, R.I., Bond, A.J., Milititsky, J.: Earth Pressure and Earth-Retaining Structures, 3rd Edition, CRC Press, 2014.
4. GEO-SLOPE International: Users Guides (SIGMA /W, SEEP /W, SLOPE W). GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada, 2021.
5. Eurocod-e norme serije EN 199i ; i = 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8.

HIDROGEOLOGIJA I INŽENJERSKA GEOLOGIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje znanja iz hidrogeologije i inženjerske geologije za primjenu u građevinarstvu,
- razumijevanje režima podzemnih voda u kršu, upoznavanja dobrih i loših primjera,
- stjecanje teorijskih znanja o metodama istraživanja svojstava stijena za potrebe klasifikacija stijenske mase.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih geoloških pojmova.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Primijenjena geologija.

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje utjecaja režima podzemnih voda na građevinske zahvate u kršu,
- upoznavanje s metodama određivanja vodozaštitnih područja,
- razumijevanje utjecaja geoloških struktura na nosivost temeljne konstrukcije i na stabilnost kosina u stijenskoj masi,
- utjecaj geoloških struktura na stabilnost podzemnog otvora u stijenskoj masi,
- sposobnost određivanja geoloških parametara nužnih za klasificiranje stijenske mase.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod. Hidrogeologija [2]
  2. Uloga hidrogeologije u građevinarstvu [2]
  3. Klasifikacija podzemnih voda [2]
  4. Režim podzemnih voda [2]
  5. Metode istraživanja [2]
  6. Voda u kršu [2]
  7. Krš [2]

  (Kolokvij)
  8. Određivanje zaštitnih zona, Interpretacija hidrogeoloških istraživanja [2]
  9. Inženjerska geologija i njena uloga u građevinarstvu [4]
  10. Inženjerska geologija i njena uloga u građevinarstvu. Klizišta [2]
  11. IG klasifikacije stijena [2]
  12. Metode istraživanja svojstva stijena za potrebe u građevinarstvu [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje na 75% predavanja,
- minimalno 25% ostvarenih bodova na kolokviju.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- za pristup usmenom ispitu treba na pisanom dijelu ostvariti minimalno 60%.

Obvezna literatura:

1. Herak, M.: *Geologija*, 1990.
2. Šestanović, S.: *Osnove geologije i petrologije*, 2001.
3. West, T.: *Geology Applied to Engineering*, 1994.
4. Monroe, J.; Wicander, R.: *Physical geology*, 2006.

5. Plummer, C.; McGeary, D.; Carlson, C.: *Physical Geology*,2006.

Preporučena literatura:

1. Weight, W.; Sonderregger, J.: *Manual of Applied Field Hydrogeology*, 2004.
2. Weight, W.: *Hydrogeology Field Manual*, 2008.
3. Waltham, T.: *Foundations of Engineering Geology*, 2002,
4. Poehls, D. J.; Smith, G. J.: *Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology*, 2009.
5. Fetter, C. W.: *Applied Hydrogeology*, 2000.
6. Rahn, P.: *Engineering geology: An Environmental Approach*, 1996.

GEOTEHNIČKI LABORATORIJ

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (laboratorijske): 45

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o fizikalno-mehaničkim karakteristikama tla i stijene koje se mogu odrediti ispitivanjima u laboratoriju,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o proceduri i metodologiji ispitivanja u laboratoriju,
- stjecanje znanja o tumačenju i načinu prikaza rezultata laboratorijskih ispitivanja.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih fizikalno mehaničkih karakteristika tla i stijene potrebnih za projektiranje,
- poznavanje rada u Microsoft Office-u (Word, Excel).

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Primijenjena mehanika tla.

Ishodi učenja kolegija:

- stečena znanja i razumijevanja bitne uloge laboratorijskih eksperimentalnih postupaka u geotehničkom inženjerstvu,
- osposobljenost za provođenje laboratorijskih pokusa na koherentnim i nekoherentnim uzorcima tla, te na intaktnim stijenskim uzorcima,
- sposobnost obrade i tumačenja rezultata laboratorijskih ispitivanja,
- crtanje profila bušotina i inženjersko-geoloških profila tla,
- sposobnost izrade završnog izvješća o laboratorijskim ispitivanjima.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uloga laboratorija u geotehničkom inženjerstvu [2]
  2. Klasifikacija tla [2]
  3. Važnost tla [2]
  4. Gustoća tla [2]
  5. Gustoća čvrstih čestica [2]
  6. Granulometrijski sastav tla [2]

7. Granice konzistencije [2]
8. Edometarski pokusi [2]
9. Pokusi izravnog smicanja [2]
10. Pokusi padajućeg šiljka – nedrenirana čvrstoća tla [2]
11. Pokus jednoosnog tlaka [2]
12. Nekonsolidirani nedrenirani troosni pokus [2]
13. Konsolidirani troosni pokus [2]
14. Propusnost tla [2]
15. Zbijenost tla [2]

- Vježbe (laboratorijske):
  1. Uvod [3]
  2. Klasifikacija tla prema: USDA, AASHTO, USCS, BSCS, AC, Jedinstvenoj i ESCS klasifikaciji tla[3]
  3. Određivanje vlažnosti tla prema HRS CEN ISO/TS 1789-1 [3]
  4. Određivanje gustoće tla prema HRS CEN ISO/TS 1789-2: metoda mjerenja dimenzija, metoda potapljanja u vodi i metoda istisnute tekućine
  5. Određivanje gustoće čvrstih čestica tla prema HRS CEN ISO/TS 1789-3
  6. Određivanje granulometrijskog sastava tla prema HRS CEN ISO/TS 1789-4
  7. Određivanje granice tečenja i plastičnosti prema HRS CEN ISO/TS 1789-12. Određivanje granice tečenja prema BS 1377: Part 2: 1990 Casagrandeovom metodom.
  8. Provođenje edometarskih pokusa prema HRS CEN ISO/TS 1789-5
  9. Provođenje pokusa izravnog smicanja prema HRS CEN ISO/TS 1789-10
  10. Određivanje nedrenirane čvrstoće tla pokusom padajućeg šiljka prema HRS CEN ISO/TS 1789-6
  11. Provođenje pokusa jednoosnog tlaka prema HRS CEN ISO/TS 1789-7
  12. Provođenje nekonsolidiranog nedreniranog troosnog pokusa prema HRS CEN ISO/TS 1789-8
  13. Provođenje konsolidiranih troosnih pokusa prema HRS CEN ISO/TS 1789-9
  14. Određivanje propusnosti tla prema HRS CEN ISO/TS 1789-11
  15. Određivanje laboratorijske suhe gustoće i udjela vode prema HRN EN 13286-2

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje na 75% predavanja i 100% vježbi.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- provjera znanja preko kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni ispit.

Obvezna literatura:

1. Nastavni materijali: Danijela Marčić (predavanja – powerpoint prezentacije)

Preporučena literatura:

1. Head, K. H.: *Manual of Soil Laboratory Testing*, Volume 1, 2 i 3, John Wiley & Sons, West, Sussex, UK, 1998.
2. Bardet, J. P.: *Experimental Soil Mechanics*. Prentice Hall, New Jersey, USA, 1997.

Izborni kolegiji

PODZEMNE GRAĐEVINE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 12, konstrukcijske: 18)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o stanju naprezanja oko otvora u stijenskoj masi uslijed izvedbe podzemnih građevina,
- stjecanje teorijskih znanja o interakciji podgradnih sustava i stijenske mase,
- stjecanje teorijskih znanja o projektiranju i tehnologiji izvođenja podzemnih građevina,
- svladavanje složenijih problema iz područja podzemne gradnje.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnovnih fizikalno mehaničkih karakteristika tla i stijenske mase (krutost, čvrstoća, ...),
- poznavanje klasifikacija stijenske mase,
- razumijevanje osnovnih principa numeričkog modeliranja.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Primijenjena mehanika stijena.

Ishodi učenja kolegija:
- sposobnost izračuna relevantnih parametara tla/stijene potrebnih za numeričko modeliranje na temelju rezultata laboratorijskih i terenskih ispitivanja i na temelju klasifikacija stijenskih masa,
- sposobnost odabiranja sustava osiguranja stabilnosti podzemne građevine u ovisnosti o sredini u kojoj se nalazi,
- osposobljenost za provođenje složenijih dvodimenzionalnih i trodimenzionalnih naponsko-deformacijskih analiza pri ocjeni stabilnosti podgrada podzemnih građevina,
- poznavanje načela interaktivnog projektiranja u podzemnoj gradnji pomoću opažanja i mjerenja tijekom izvedbe.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Osnovni pojmovi i razvoj podzemnih građevina [2]
  2. Tradicionalne metode iskopa tunela [2]
  3. Teorija samonosivog svoda [3]
  4. Nova austrijska tunelska metoda [2]
  5. Norveška metoda tunelogradnje [2]
  6. Primarna pregrada, sekundarna pregrada [3]
  7. Hidroizolacija, ventilacija [2]
  8. Uloga klasifikacije stijenske mase u podzemnoj gradnji [2]
  9. Analitičke metode u podzemnoj gradnji [3]
  10. Numeričke metode u podzemnoj gradnji [3]
  11. Monitoring podzemnih građevina [2]

12. Projektiranje podzemnih građevina [4]

- Vježbe:
  1. Elementi primarnog podgradnog sustava [8]
  2. Opterećenje na podgradu: Teorije samonosivog svoda [2]
  3. Opterećenje na podgradu: Elastično oslonjeni prsten [2]
  4. Projektiranje podgradnog sustava na osnovi RMR klasifikacije [2]
  5. Projektiranje podgradnog sustava na osnovi Q klasifikacije [2]
  6. Karakteristične krivulje stijenske mase i podgrade [2]
  7. Naponsko-deformacijske analize podzemnih građevina [6]
  8. Dugotrajne deformacije podzemnih građevina [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje na 75% predavanja i 100% vježbi,
- kolokvij: minimalno 25% ostvarenih bodova.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- da bi se moglo pristupiti usmenom ispitu, na pisanom dijelu treba ostvariti minimalno 60% (ocjena pisanog dijela: 60-70% dovoljan (2), 70-80% dobar (3), 80-90% vrlo dobar (4), 90-100% izvrstan (5)).

Obvezna literatura:

1. Nastavni materijali: Meho Saša Kovačević (predavanja – powerpoint prezentacije)

Preporučena literatura:

1. Hoek, E.; Brown, E. T: *Underground excavations in rock*,The Institution of Mining and Metallurgy, London, England, 1980.
2. ITA: *Guidelines for the design of tunnels*, ITA Working Group on General Approaches to the Design of Tunnels, Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 3, No. 3., 1988.

GEOTEHNIKA I ZAŠTITA OKOLIŠA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (7 auditorne + 6 na računalima + 2 konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje specifičnih znanja o geotehničkim aspektima zaštite okoliša,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o zbrinjavanju i odlagalištima otpada.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje procesa tečenja u tlu (pojmovi protoka, hidrauličkih gradijenata, itd.),
- znanja o analizama stabilnosti pokosa u zemljanim materijalima.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Nasipi i kosine.

Ishodi učenja kolegija:

- definirati i ponoviti bitne odnose čovjeka i okoliša s aspekta korištenja resursa i zagađenja,
- definirati pojam otpada i suvremenih koncepata njegovog zbrinjavanja,
- objasniti građevinske i geotehničke aspekte suvremenog odlagališta otpada,
- prepoznati i primijeniti bitna mehanička svojstva otpada u geotehničkim analizama,
- prepoznati procese pronosa zagađenja kroz tlo i njihovog numeričkog opisa,
- definirati uloge geosintetika u zaštiti podzemlja od zagađenja procjednim vodama i pri osiguranju stabilnosti pokosa.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Osnovna načela zaštite okoliša 1 (znanost o okolišu, okoliš na zemlji, pojam i porijeklo zagađenja tla, vode i zraka)
  2. Osnovna načela zaštite okoliša 2 (suvremeni trendovi rješavanja ekoloških problema, koncept održivog razvoja, regulativa)
  3. Utjecaj graditeljstva na okoliš, goeinženjerstvo, „zelena" geotehnička rješenja
  4. Otpad, svojstva otpada kao građevinskog materijala, primjena industrijskih nusprodukata u geotehnici (leteći pepeo, zgura)
  5. Odlagalište otpada – sastavni dijelovi odlagališta otpada, štetni produkti, koncept zatvorenog odlagališta, način gradnje odlagališta otpada
  6. Geotehnički aspekti odlagališta otpada, stabilnost pokosa odlagališta (stabilnost u statičkim i seizmičkim uvjetima, kontakt s geosinteticima, utjecaj eluata)
  7. Praćenje stanja u odlagalištu otpada i okolišu, primjeri nestabilnosti i klizanja odlagališta
  8. Prijenos zagađenja kroz tlo i vodu, sprečavanje zagađenja i sanacija zagađenog tla
  9. Potrebna svojstva prirodnih i umjetnih materijala za brtvene i drenažne slojeve, korištenje goesintetika
  10. Obnovljivi izvori energije, geotermalna energija, termalna svojstva tla
  11. Energetske konstrukcije – energetski piloti, energetski tuneli i energetski potporni zidovi
  12. Termalno-mehaničko ponašanje energetskih konstrukcija, termalna opterećenja
  13. Projektiranje energetskih konstrukcija, numeričke i analitičke metode, standardi za projektiranje
  14. Klimatske promjene (intenzivne oborine, visoke temperature)
  15. Utjecaj klimatskih promjena na geotehničke građevine
- Vježbe:
  1. Primjeri proračuna stabilnosti odlagališta otpada, tijelo odlagališta i prekrivka
  2. Proračuni stabilnosti odlagališta otpada [3]
  3. Proračuni prijenosa zagađenja kroz tlo
  4. Proračuni utjecaja sanacijskih mjera na prijenos zagađenja kroz tlo
  5. Analize energetskih konstrukcija
  6. Analize energetskih pilota
  7. Analize grupe energetskih pilota
  8. Numeričko modeliranje utjecaja oborina na stabilnost, rubni uvjeti
  9. Prezentacije seminarskih radova i rasprava [5]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada i obrana seminarskog rada

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrađen i obranjen seminarski rad (ukupno 40 bodova),

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni ispit (ukupno 60 bodova).

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena dobiva se iz zbroja bodova stečenih radom tijekom semestra (do 40 bodova) i uspjeha na pisanom i usmenom ispitu (do 60 bodova) na slijedeći način: dovoljan 60-69 bodova, dobar 70-79 bodova, vrlo dobar 80-89 bodova, izvrstan 90-100 bodova.

Obvezna literatura:

2. Nastavni materijali: Mario Bačić (predavanja – Powerpoint prezentacije).

Preporučena literatura:

1. D. Znidarčić, D. Kovačić, P. Kvasnička, M. Mulabdić: *Geotehnologija pri odlaganju komunalnog otpada*, Hrvatsko društvo građevinskih inženjera, Građevni godišnjak, 1996.
2. Z. Milanović: *Deponij – trajno odlaganje otpada*, ZGO-Zagreb, 1992.
3. Z. Milanović, S. Radović, V. Vučić: *Otpad nije smeće*, Gospodarstvo i okoliš, V. Gorica, 2002.
4. M. L. McKinney, R. M. Schoch: *Environmental Science (Systems and Solutions)*, 3rd ed., Jones and Bartlett Publishers, Boston, 2003.
5. ISSMFE Technical Committee TC 5: *Environmental Geotechnics*, Report, Bochum, 1997.
6. R. M. Koerner, D. E. Daniel: *Final Covers for Solid Waste Landfills and Abandoned Dumps*, ASCE Press & Thomas Telford, 1997.
7. R. M. Koerner: *Designing with Geosynthetics*, 4th edition, Prentice Hall, 1998.
8. R. K. Rowe, R. M. Quigley, J. R. Booker: *Clayey Barrier Systems for Waste Disposal Facilities*, E&FN.
9. Rotta Loria, A., Laloui, L.: *Analysis and Design of Energy Geostructures: Theoretical Essentials and Practical Application*, Academic Press, 2019.

DINAMIKA TLA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 16, projektantske: 14)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o pojavama u tlu i geotehničkim konstrukcijama pri dinamičkoj i seizmičkoj pobudi,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o geotehničkim seizmičkim proračunima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnova slobodnih i prisilnih oscilacija, te dinamike konstrukcija,
- poznavanje osnova mehanike tla i fizikalno mehaničkih karakteristika tla (čvrstoća, krutost).

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Geotehničko inženjerstvo, Numeričko modeliranje u geotehnici.

Ishodi učenja kolegija:

- objašnjenje širenja seizmičkih valova u poluprostoru,
- razumijevanje složenih odnosa naprezanja i deformacija u ciklički opterećenim materijalima tla,
- provođenje proračuna dinamički opterećenih temelja,
- određivanje potencijala likvefakcije vodom zasićenog tla,
- analiza i dokazivanje stabilnosti kosina, te nasutih i potpornih građevina pri djelovanju potresa.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod: osnove oscilacija (slobodne i prisilne oscilacije neprigušenog i prigušenog jednostavnog oscilatora), instrumenti za mjerenje oscilacija [4]
  2. Valovi u elastičnim sredinama: uzdužni i poprečni valovi u štapu, refleksija, valovi u beskonačnoj sredini (uzdužni, poprečni, refleksija i refrakcija), valovi uz granicu (Rayleighovi i Loweovi valovi), atenuacija, disperzija [2]
  3. Svojstva ciklički opterećenih tla: histereza, krutost, prigušenje, čvrstoća, cikličke volumenske deformacije i porni pritisci, laboratorijski pokusi, terenski pokusi [4]
  4. Oscilacije temelja: vertikalne, bočne, torzijske, zibajuće i vezane oscilacije plitkih temelja, teorija i mjerenja, oscilacije temelja na pilotima, obrana od vibracija [4]
  5. Nosivost tla u dinamičkim uvjetima [2]
  6. Geotehničko seizmičko inženjerstvo: djelovanje potresa na tlo i konstrukcije, primjeri iz prakse [2]
  7. Potresno opterećenje: definicije pojmova, karakteristike gibanja tla za vrijeme potresa. Širenje potresnih valova: vertikalno širenje kroz uslojenu sredinu, nelinearno ponašanje tla, amplifikacija [4]
  8. Ponašanje zidova i kosina za potresa: Teorija Mononobe-Okabe za zidove, metoda kliznog bloka, dimenzioniranje zidova na ograničene bočne pomake, trajni pomaci u kosinama i nasipima [4]
  9. Likvefakcija: likvefakcija u laboratoriju i na terenu, laboratorijski i terenski pokusi, poboljšanje likvefabilnog tla [4]
- Vježbe (auditorne):
  1. Proračun dinamički opterećenih temelja [4]
  2. Određivanje likvefakcijskog potencijala tla [4]
  3. Proračun seizmičke stabilnosti kosina i nasutih građevina [4]
  4. Seizmički proračuni potpornih konstrukcija [4]
- Vježbe (projektantske):
  1. Proračun dinamički opterećenih temelja [4]
  2. Određivanje likvefakcijskog potencijala tla [2]
  3. Proračun seizmičke stabilnosti kosina i nasutih građevina [4]
  4. Seizmički proračuni potpornih konstrukcija [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- predaja programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- da bi se moglo pristupiti usmenom ispitu, treba na pisanom dijelu ostvariti minimalno 60%.

Obvezna literatura:

1. Das, B. M.: *Principles of Soil Dynamics*. Brooks/Cole, Pacific Growe, CA, 1993.
2. Nastavni materijali: predavanja – powerpoint prezentacije

Preporučena literatura:

1. Kramer, S. L.: *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice Hall, NJ, 1996.
2. Prakash, S.: *Soil Dynamics*. McGraw-Hill, NY, 1981.

ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- vježbe: 45

Ciljevi kolegija:

- ovladavanje vokabularom iz područja prometnica i geotehničkog inženjerstva, te stjecanje funkcionalne pismenosti u sastavljanju izvještaja iz tehničkog područja,
- samostalno izražavanje i komuniciranje koristeći tehničke termine,
- ovladavanje prijevodima s engleskog jezika na hrvatski i obrnuto.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanje na razini višeg srednjeg stupnja (upper-intermediate), odnosno B1.

Ishodi učenja kolegija:

- ovladavanje jezičnim kompetencijama koje uključuju baratanje stručnom terminologijom iz područja prometnica i geotehničkog inženjerstva,
- samostalno snalaženje u čitanju stručne literature,
- utvrđivanje osnovnih gramatičkih kategorija u stručnom jeziku – upotreba pasiva, prošlih vremena, modalnih glagola,
- stjecanje sigurnosti u konstruiranju rečenica i razvijanje vještina samostalnog izlaganja i pisanja stručnih tekstova.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

1. A Career in Transportation Engineering [2]
2. Road Structure [2]
3. Construction of a Road [2]
4. A Career in Geotechnical Engineering [3]
5. Tunnels and Tunneling Tools [2]
6. How to write a CV? [3]
7. The CV and Job Interview Questions [3]
8. Preparing for the Interview Skills – Techniques, Tips and Advice [3]
9. Single presentations on Transportation Issues [3]
10. 3Transportation System Issues and Challenges [3]
11. The Light at the End of the Tunnel – Revision of vocabulary [4]
12. What's so Special About Geotechnical Engineering? [3]
13. General Considerations in Foundation Design [2]
14. Special Foundation Problems [2]

15. Deep Foundations [3]
16. Presentations [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% pohađanja nastave,
- izrada jedne prezentacije,
- 3 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- Kontinuiranim radom u toku semestra, student može biti oslobođen cijelog ispita ili dijela ispita. Provjera znanja vezanog uz obradu određenih tema vrši se na svakom satu u pismenom ili usmenom obliku. Provjerava se stupanj usvojenosti stručnog vokabulara i snalaženje u stručnom tekstu. On podrazumijeva izradu vježbi kojima okosnicu čine predavanja; vježbe uključuju razumijevanje tekstova, izradu sažetaka, savladavanje gramatičkih konstrukcija zastupljenih u stručnom tehničkom jeziku.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- Ocjene iz svih provjera znanja i kolokvija sačinjavaju završnu ocjenu. Ocjene se temelje na sljedećim osnovama: rezultati kolokvija, bodovi stečeni tijekom rada u semestru – aktivno sudjelovanje na satu, provjera znanja iz gramatike, prijevodi na strani jezik, prijevodi sa stranog jezika i provjere stručnog vokabulara. Iz kolokvija moguće je postići maksimalno 20 bodova – ocjena se množi sa četiri. Ispitu pristupaju oni koji nisu zadovoljni sa ocjenom dobivenom na temelju sakupljenih bodova tijekom semestra.

Obvezna literatura:

1. A. Kralj Štih: *English in Transportation and Geotechnical Engineering*, course materials.

Preporučena literatura:

1. D. Bonamy*: Technical English 4*, Pearson Longman, 2011.
2. Internetove stranice programa Building Big, Brantacan, ASCE.
3. Z. Vulelija: *Ilustrirani rječnik arhitekture i građevinarstva – hrvatsko engleski i englesko hrvatski*, Masmedia, Zagreb, 2010.
4. A. Prager: *Trojezični građevinski rječnik*, Masmedia, Zagreb, 2002.

NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- vježbe: 45

Ciljevi kolegija:

- kroz razvijanje vještina razumijevanja, konverzacije i prijevoda pomoći studentu da se samostalno služi stručnom literaturom,
- ovladavanje svim oblicima usmenog priopćavanja tehničkih sadržaja, od sudjelovanja u diskusijama do samostalnih prezentacija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanje njemačkog na srednjoj i višoj srednjoj razini (B1, B2).

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje i interpretiranje tehničkih tekstova,

- sigurnost i samostalnost u usmenom izražavanju u tehničkom području i objašnjavanju stručnih termina,
- sastavljanje životopisa i molbe za radno mjesto.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

1. Die Geschichte des Kuppelbaus [3]
2. Wie schreibt man einen Lebenslauf? [3]
3. Bewerbungsschreiben [3]
4. Wie man sich auf ein Interview vorbereitet [3]
5. Die größte Drehbrücke der Welt [3]
6. Bewerbungsschreiben [3]
7. Die Geschichte der Tunnelkonstruktion [3]
8. Kräfte und Gegenkräfte [3]
9. Einige Festigkeitsarten [3]
10. Elastizität und Verformung [3]
11. Der Straßenbau [3]
12. Gebäude im Erdbeben [3]
13. Der Flughafen [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% pohađanja nastave,
- Izrada jedne prezentacije,
- 3 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- Kontinuiranim radom u toku semestra, student može biti oslobođen cijelog ispita ili dijela ispita. Provjera znanja vezanog uz obradu određenih tema vrši se na svakom satu u pismenom ili usmenom obliku. Provjerava se stupanj usvojenosti stručnog vokabulara i snalaženje u stručnom tekstu. On podrazumijeva izradu vježbi kojima okosnicu čine predavanja; vježbe uključuju razumijevanje tekstova, izradu sažetaka, savladavanje gramatičkih konstrukcija zastupljenih u stručnom tehničkom jeziku.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- Ocjene iz svih provjera znanja i kolokvija sačinjavaju završnu ocjenu. Ocjene se temelje na sljedećim osnovama: rezultati kolokvija, bodovi stečeni tijekom rada u semestru - aktivno sudjelovanje na satu, provjera znanja iz gramatike, prijevodi na strani jezik, prijevodi sa stranog jezika i provjere stručnog vokabulara. Iz kolokvija moguće je postići maksimalno 20 bodova - ocjena se množi sa četiri. Ispitu pristupaju oni koji nisu zadovoljni sa ocjenom dobivenom na temelju sakupljenih bodova tijekom semestra. Bodovna lista je sljedeća:
    - 50 - 62 boda – ocjena dovoljan,
    - 63 - 75 bodova – ocjena dobar,
    - 76 - 88 bodova – ocjena vrlo dobar,
    - 89 - 100 bodova – ocjena odličan.

Obvezna literatura:

1. A. Kralj Štih: *Deutsch für Konstruktionen, Geotechnik, Verkehr und Theorie und Modellierung der Konstruktionen*, Kursunterlagen, 2011.

Preporučena literatura:

1. A. Prager: *Trojezični građevinski rječnik*, Masmedia, Zagreb, 2002.

2. godina, 4. semestar

Obvezni kolegiji

GEOTEHNIČKI PROJEKT

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (2 auditorne + 28 projektantskih)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje znanja i vještina za integralno geotehničko projektiranje geotehničkih konstrukcija ili zahvata,
- povezivanje prethodno stečenih znanja i vještina u rješavanju složenijih geotehničkih zahvata.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- baratanje programima za numeričko modeliranje u geotehnici,
- poznavanje osnovnih fizikalno mehaničkih karakteristika tla i stijene potrebnih za projektiranje,
- poznavanje laboratorijskih i terenskih istražnih radova,
- određivanje projektnih situacija za jednostavnije geotehničke zahvate.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Potporne građevine, Ojačanje tla i stijena.
- položen ispit iz kolegija: Nasipi i kosine, Temeljenje.

Ishodi učenja kolegija:
- definiranje zadanih geotehničkih problema i planiranje geotehničkih istražnih radova,
- analiza i interpretacija geotehničkih istražnih radova, te određivanje karakterističnog geotehničkog modela temeljnog tla,
- odabir relevantnih parametra za proračun na temelju istražnih radova,
- odabir odgovarajućeg projektnog rješenja za zadani tip geotehničkog problema,
- analiza i interpretacija rezultata dobivenih numeričkim modeliranjem,
- vrednovanje i verifikacija odabranog tehničkog rješenja za granična stanja nosivosti i uporabivosti,
- odabir i opis tehnologije izvedbe za odabrano projektno rješenje,
- izrada cjelokupnog projekta s priloženim nacrtima, troškovnikom, tehničkim opisom, proračunima te tehničkim uvjetima izvedbe odabranog projektnog rješenja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Opća načela i specifičnosti geotehničkog i građevinskog projektiranja [2]
  2. Prikaz mjerodavne regulative i općih postavki Eurokoda 7 – Geotehnika (postupci projektiranja i dokazivanja mehaničke otpornosti i stabilnosti) [2]
  3. Eurokod 7 – Geotehnika (granična stanja,geotehnički podaci) [2]

4. Eurokod 7 – Geotehnika (karakteristične geotehničke konstrukcije) [2]
5. Eurokod 7 – Geotehnika (seizmičko geotehničko inženjerstvo) [2]
6. Upravljanje kvalitetom i osiguranje kvalitete u geotehničkom projektiranju i izvedbi [2]
7. Programiranje terenskih i laboratorijskih istražnih radova za tipične slučajeve (izbor metoda, raspored i dubine istraživanja, gustoća uzorkovanja) [2]
8. Prikazi istražnih radova, geotehnički modeli temeljnog tla, izbor mjerodavnih geotehničkih parametara [4]
9. Varijantna tehnička rješenja, izbor materijala i karakteristike tehnologija izvedbe [4]
10. Prikazi složenijih geotehničkih konstrukcija i zahvata iz prakse [6]
11. Rasprava o projektima [2]

- Vježbe:
  1. Izrada geotehničkog projekta za karakteristične geotehničke konstrukcije (konstrukcijske) [2]
  2. Izrada geotehničkog projekta – priprema geotehničkih podloga, izrada geotehničkog modela temeljnog tla (konstrukcijske) [4]
  3. Izrada geotehničkog projekta – izrada geotehničkog modela temeljnog tla, izbor parametara (konstrukcijske) [2]
  4. Izrada geotehničkog projekta – izbor tehničkih rješenja (konstrukcijske) [4]
  5. Izrada geotehničkog projekta – geotehnički proračuni (konstrukcijske, rad na računalu) [8]
  6. Izrada geotehničkog projekta – grafički prikazi, tehnički uvjeti izvedbe i troškovnik (konstrukcijske, rad na računalu) [8]
  7. Predaja programa (konstrukcijske) [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada projekta.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- održane dvije među-obrane (odabir parametara tla / stijene, odabir i analiza projektnih rješenja),
- predaja konačnog projekta.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- da bi se moglo pristupiti usmenom ispitu, treba u potpunosti izraditi, predati i obraniti projekt.

Obvezna literatura:

1. Nastavni materijali: Mario Bačić (predavanja – powerpoint prezentacije).
2. Nastavni materijali nastavnika iz drugih kolegija na geotehničkom usmjerenju.

Preporučena literatura:

1. *Eurocode 7 – Geotehnika: Geotehničko projektiranje*, HRN EN 1997-1: 2004
2. Nonveiller, E.: *Mehanika tla i temeljenje građevina*, II. izdanje. Školska knjiga, Zagreb, 1981.
3. Tomlinson, M. J.: *Foundation Design and Construction*, Longman Scientific and Technical, Harlow, 1995.
4. Bowles, J. E.: *Foundation Analysis and Design*, McGraw Hill, NY, 1982.
5. Coduto, D. P.: *Foundation Design*, Principles and Practices, Prentice Hall, NJ, 1994.

6. *Geotechnical Engineering Handbook* Vol 1-3, Ed. U. Smoltzyck, Ernst&Sohn Verlag, Berlin, 2002.
7. *Technical engineering and design guides adapted from the US Army Corps of Engineers*, ASCE.
8. *CIRIA – design reports*, London.

TERENSKA ISPITIVANJA I OPAŽANJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (terenske: 30)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o in-situ karakteristikama tla i stijene prilikom ispitivanja na terenu,
- razumijevanje pojmova svrhe mjerenja, mjernih veličina, mjerne opreme i rezultata mjerenja,
- stjecanje teorijskih znanja o mjernoj opremi prilikom ispitivanja na terenu,
- stjecanje praktičnih znanja o proceduri i metodologiji ispitivanja na terenu,
- stjecanje znanja o tumačenju i načinu prezentacije rezultata terenskih ispitivanja.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih fizikalno mehaničkih karakteristika tla potrebnih za projektiranje,
- poznavanje osnovnih fizikalno mehaničkih karakteristika stijene potrebnih za projektiranje,
- poznavanje pojmova deformacija, pomaka, naprezanja, sila, krutosti, nužnih za razumijevanje principa opažanja geotehničkih konstrukcija.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Geotehnički laboratorij.

Ishodi učenja kolegija:

- stečena znanja i razumijevanje bitne uloge istraživanja i eksperimentalnih postupaka u geotehničkom inženjerstvu – u projektiranju (istraživanja na terenu) i verifikaciji izvedenih građevina ili zahvata (terenska mjerenja i opažanja),
- osposobljenost za provođenje jednostavnijih terenskih ispitivanja u okviru istražnih radova,
- osposobljenost za korištenje mjerne opreme za opažanje i praćenje,
- sposobnost obrade i tumačenja rezultata terenskih ispitivanja,
- sposobnost izrade završnog izvješća o terenskim ispitivanjima.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Istražne jame. Sondažne bušotine [2]
  2. Određivanje razine podzemne vode [2]
  3. Penetracijski pokusi: standardni penetracijski pokus, statički penetracijski pokus, laka penetracijska sonda [2]
  4. Presiometarski pokusi: presiometar tipa Menard, samobušaći presiometar, dilatometar [2]

5. Geofizički istražni radovi: refrakcija, refleksija, cross-hole, down-hole [2]
6. Geofizički istražni radovi: Spektralna analiza površinskih valova, multikanalna analiza površinskih valova [2]
7. Program opažanja geotehničkih konstrukcija [2]
8. Mjerenja i opažanja deformacija tla i stijena: geodetska mjerenja [2]
9. Vertikalni i horizontalni inklinometar [2]
10. Klizni deformetar i mikrometar, klinometar [2]
11. Mjerenje pukotina [2]
12. Mjerenja i opažanja naprezanja u tlu i stijeni tlačnim ćelijama [2]
13. Metode ispitivanja cjelovitosti i nosivosti pilota [2]
14. Interpretacije rezultata mjerenja i opažanja [2]
15. Povratne numeričke analize na temelju rezultata mjerenja [2]

- Vježbe:
  1. Određivanje razine podzemne vode (terenske) [2]
  2. Penetracijski pokus: Statički penetracijski pokus (terenske) [4]
  3. Presiometarski pokus: dilatometar (terenske) [4]
  4. Spektralna analiza površinskih valova (terenske) [4]
  5. Vertikalni i horizontalni inklinometar (terenske) [4]
  6. Klizni deformetar i mikrometar, klinometar (terenske) [4]
  7. Mjerenja i opažanja naprezanja u tlu i stijeni tlačnim ćelijama (terenske) [4]
  8. Metode ispitivanja cjelovitosti i nosivosti pilota (terenske) [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje na 75% predavanja i 100% vježbi,
- 1 kolokvij: minimalno 25% ostvarenih bodova.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- da bi se moglo pristupiti usmenom ispitu, treba na pisanom dijelu ostvariti minimalno 60% (ocjena pisanog dijela: 60-70% dovoljan (2), 70-80% dobar (3), 80-90% vrlo dobar (4), 90-100% izvrstan (5)).

Obvezna literatura:

1. Nastavni materijali: Meho Saša Kovačević (predavanja – powerpoint prezentacije)

Preporučena literatura:

1. Simons, N.; Menzies, B.; Matthews, M.: *A short course in geotechnical site investigation*. Thomas telford, London, Velika Britanija, 2002.
2. Dunnicliff, J.: *Geotecnical Instrumentation for Monitoring Field Performance*, John Wiley & Sons, New York, USA, 1993.
3. Nicholson, D.; Tse, C.-M., Penny, C.: *The Observational Method in Ground Engineering*. CIRIA. Report 185, London, UK, 1999.

Smjer HIDROTEHNIKA

1. godina, 1. semestar

Obvezni kolegiji

METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

HIDRAULIKA 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe: 30 (auditorne: 8, laboratorijske: 10, na računalima: 12)

Ciljevi kolegija:

- naučiti studente osnovama nestacionarnog strujanja u otvorenim koritima, sistemima pod tlakom (vodovodne mreže, vodni udar, oscilacije vodnih masa) i podzemnim vodama,
- naučiti studente osnovne procese pronosa tvari fluidima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- dobro znanje mehanike fluida odnosno karakteristika fluida i stacionarnog tečenja.

Ishodi učenja kolegija:

- shvaćanje odnosa između energije i kretanja fluida,
- savladavanje elemenata pronosa tvari i energije tokom fluida,
- savladavanje osnovnih pojmova vezanih za nestacionarno tečenje,
- savladavanje osnova računanja nestacionarnog tečenja vode.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno o hidraulici, energiji, dominantnim silama i sličnosti. Tečenje u vodotocima [3]
  2. Postupno promjenjivo tečenje u otvorenom koristu [3]
  3. Nestacionarno tečenje u vodotoku – tečenje s naglim promjenama. [3]
  4. Nestacionarno tečenje u vodotoku – tečenje s naglim promjenama. Poplavni val nakon loma brane. [3]
  5. Stacionarno strujanje u vodovodnim mrežama. Nestacionarno strujanje u sustavima pod tlakom [3]
  6. Oscilacije vodnih masa u sustavima s vodnom komorom i zračnim kotlićem [3]
  7. Zračni kotlić. Vodni udar [3]
  8. Vodni udar. Vodni udar u složenim cjevovodima [3]

9. Podzemne vode [3]
10. Zdenci [3]
11. Regionalni modeli toka podzemnih voda [3]
12. Mehanizmi pronosa tvari [3]
13. Pronos tvari nošenih tokom fluida [3]
14. Strujanje zraka. Djelovanje vjetra na građevinske konstrukcije [3]

(Kolokvij)

- Vježbe:
  1. Proračun postupno promjenjivog tečenja u vodotocima. [2]
  2. Proračun propagacije vodnog vala u vodotocima [2]
  3. Laboratorijske vježbe [4]
  4. Predaja programa [2]
  5. Proračun stacionarnog strujanja u prstenastoj vodovodnoj mreži [2]
  6. Oscilacije vodnih masa u sustavu s vodnom komorom [2]
  7. Vodni udar u tlačnom cjevovodu [2]
  8. Predaja programa [2]
  9. Proračun strujanja podzemnih voda [2]
  10. Laboratorijske vježbe [4]
  11. Proračun pronosa tvari podzemnom vodom; Sila otpora oblika tijela u struji fluida [2]
  12. Predaja programa [2]
  13. Kolokvij

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja 75% i vježbi 100%,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- predaja programa uz usmenu obranu.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- točan numerički izračun za zadane zadatke na vježbama,
- ispravna provedba mjerenja na fizikalnim modelima i obrada rezultata mjerenja.

Obvezna literatura:

1. Gjetvaj, G.: Hidraulika (Interna skripta)
2. Gjetvaj, G. i suradnici: Praktikum iz hidraulike
3. Jović, V.: *Osnove hidromehanike*, Element, Zagreb, 2006.

Preporučena literatura:

1. Chow, V. T.: *Open Channel Hydraulics*, Mc Graw-Hill Kogakusha,1986.
2. Roy, D. N.: *Applied Fluid Mechanics*, Ellis Horwood limited, New York, 1988.

HIDROLOGIJA 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (2 auditorne + 10 projektantske + 18 konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja iz područja hidrologije, koja obuhvaćaju analizu podataka o oborinama, hidrološke procese na kopnu: određivanje intercepcije i evapotranspiracije, procjeđivanje u tlo i površinsko tečenje vode, podzemna voda, vlažnost tla, zasićena i nezasićena zona, parametarske metode za određivanje procesa otjecanja na slivu – metode za određivanje direktnog otjecanja, te matematičko modeliranje u hidrologiji.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnova iz kolegija hidrologije koja uključuju: vodu i gibanje vode u prirodi, procese u atmosferi, hidrometriju, obradu hidrometrijskih podataka, primjenu vjerojatnosti i statistike u hidrologiji,
- poznavanje i razumijevanje fizikalnih svojstava tvari (faze tvari, gustoća, specifični volumen i količina tvari).

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti detaljnije pojmove o: hidrološkim procesima na kopnu i nabrojati ih, analizu podataka o oborinama, procesima otjecanja na slivu – metodama za određivanje direktnog otjecanja, te matematičkom modeliranju u hidrologiji,
- primijeniti stečeno teorijsko znanje o hidrologiji u građevinskoj industriji; u projektiranju građevina sposobni su riješiti jednostavnije probleme i zadatke iz hidrologije,
- objasniti pojmove i primijeniti postupke osnovne analize meteoroloških podataka, hidrološke analize i elaboriranje hidroloških podataka,
- studenti imaju znanja o značenju i ulozi vode u razvoju društva, o ulozi hidrotehničkih građevina u upravljanju izvorima vode, o podjeli, namjeni i definiciji hidroloških podloga i analiza prilikom dimenzioniranja hidrotehničkih građevina.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno [2]
  2. Ponavljanje gradiva [2]
  3. Hidrometrija: hidrološka mjerenja i motrenja, mjerenja razine vode, dubine vode, protoka, podzemnih voda ,riječnog nanosa, motrenje leda [2]
  4. 1. kolokvij [2]
  5. Obrada hidrometrijskih podataka: osnovna obrada, krivulja protoka, krivulja pronosa nanosa, slučajna varijabla, krivulje učestalosti i trajnosti [2]
  6. Analize vremenskih serija: proračun velikih voda, teorijske funkcije razdiobe [2]
  7. Oborine: parametri oborina, daljinska mjerenja oborina, oborine u Hrvatskoj, obrada podataka u točki, ITP krivulje, PTP krivulje, projektni hijetogrami [2]
  8. Morfološke karakteristike sliva: uzdužni pad, duljina toka, duljina vodotoka, sliv i riječna mreža [2]
  9. Modeliranje i GIS tehnologija: komponente GIS-a, prostorne analize, primjeri hidroloških analiza [2]

10. Proces otjecanja na slivu: bazno otjecanje, direktno otjecanje, otjecanje na malim slivovima, otjecanje na velikim slivovima [2]
11. Modeli efektivne oborine: metoda ϕ-indeksa, NRCS-CN metoda [2]
12. Modeli direktnog otjecanja: metoda izokrona, metoda jediničnog hidrograma, sintetički jedinični hidrogram [2]
13. Jednadžba kontinuiteta: vodna bilanca, diskretna vremenska domena, hidrološka godina, bilanca vode na Zemlji [2]
14. Hidrološke prognoze: rezultati projekta BRIDGE SMS, rezultati projekta MuraDrava – FFS [2]
15. 2. kolokvij

- Vježbe:
  1. Analiza hidroloških vremenskih serija. Krivulje učestalosti i krivulje trajnosti. Krivulja protoka. [4]
  2. Vjerojatnost pojave velikih voda [6]
  3. Predaja i komentar 1. programa [2]
  4. Model otjecanja sliva [2]
  5. Osnovne karakteristike sliva [4]
  6. Projektne oborine. Model efektne oborine. Model površinskog otjecanja. Model baznog otjecanja. Model propagacije vodnog vala u vodotoku. [4]
  7. Modeliranje otjecanja u HEC-HMS-u. [6]
  8. Predaja i komentar 2. programa. [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti barem 15 bodova; dva popravna kolokvija,
- uspješna izrada 1 programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za prolaz treba riješiti zadatke i ostvariti najmanje 35 bodova,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pozitivno ocijenjen program 0-15%, pisani dio ispita 35-70%, usmeni dio ispita 0-15%.

Obvezna literatura:

1. Hrelja H.: *Inženjerska hidrologija*, Univerzitet u Sarajevu – Građevinski fakultet, Sarajevo 2007.,
2. Žugaj, R.: *Hidrologija*, Sveučilište u Zagrebu – Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb 2000.,
3. Srebrenović, D.: Primijenjena hidrologija, Tehnička knjiga, Zagreb, 1986.,
4. Vuković, Ž.: Osnove hidrotehnike – Knjiga I, Poglavlje 2: Hidrologija, str. 19-133, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1996.,
5. Srebrenović, D.: Problemi velikih valova, Tehnička knjiga, Zagreb, 1986.,

Preporučena literatura:

1. Viessman W.Jr. & Lewis. L.G.: *Introduction to Hydrology*, Harper-Collins-College-Publishers, New York, 1996.

2. Chow, V. T.: Handbook of Applied Hydrology, McGrow-Hill book Company, New York, 1964.

REGULACIJE VODOTOKA

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 45
- vježbe (projektantske): 30

Ciljevi kolegija:
- studentima prenijeti osnovna znanja o projektiranju, izvođenju, održavanju i upravljanju regulacijskim sustavima,
- studente upoznati s osnovnim morfološkim osobinama vodotoka i tumačenjem zakonitosti njihovih promjena.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa (uključujući obične diferencijalne jednadžbe) te linearne algebre,
- poznavanje osnova dinamike tekućina (jednadžba održanja količine gibanja, opći zakon strujanja realne tekućine (Saint-Venantova i Navier-Stokesova jednadžba), jednadžba održanja kinetičke energije, Bernoullijeva jednadžba za realnu tekućinu, otpori tečenju, proračun lokalnih i linijskih gubitaka energije, geodetska, tlačna i energetska linija, mjerenje brzine, tlaka i protoka),
- poznavanje nacrtne geometrije, crtanje u ravnini, sjecište pravaca, postavljanje kružnica pomoću tangenata,
- rad na računalu: osnove crtanja pomoću CAD programa.

Ishodi učenja kolegija:
- definirati osnovne fizikalne riječne zakonitosti i opisati ih matematičkim alatima,
- razumjeti dinamiku prirodnih vodotoka,
- primijeniti jednodimenzionalni numerički model tečenja otvorenih vodotoka i interpretirati utjecaj građevina na režim voda,
- primijeniti inženjerska rješenja na reguliranju vodotoka,
- položajno postaviti regulacijske građevine u korito i nacrtati njihove karakteristične presjeke,
- usporediti pojedina varijantna rješenja regulacijskih građevina korištenjem kriterija isplativosti

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Svrha, problemi i zadaće regulacija, uloga regulacija u vodnom gospodarstvu. Osnovne definicije i podjele [3]
  2. Morfologija riječnog korita [3]
  3. Hidrološke osobine prirodnih vodotoka, režim voda, režim nanosa, režim leda [3]
  4. Hidraulički proračuni prirodnih i umjetnih vodotoka [6]
  5. Proračuni tečenja u otvornim koritima [3]

6. Proračuni stabilnost korita [3]
7. Morfodinamičke analize korita vodotoka [3]
8. Pristupi problemu lokalne nestabilnosti korita [3]
9. Regulacijski radovi na koritu vodotoka [3]
10. Regulacijske građevine izvan korita [3]
11. Obaloutvrde [3]
12. Ostale regulacijske građevine [3]
13. Reguliranje vodnog režima [3]
14. Zahvati na slivu i objekti za reguliranje vodnog režima, funkcioniranje [3]
15. Građevine na vodotocima [3]
16. Uređenje malih vodotoka s nepokretnom omočenom konturom [3]

- Vježbe:
  1. Polaganje trase i regulacijskih linija [6]
  2. Odabir tipa i raspored regulacijskih građevina [4]
  3. Hidraulički proračuni tečenja za srednju vodu [4]
  4. Hidraulički proračuni tečenja za veliku vodu [4]
  5. Odabir i razrada konstrukcija građevina [4]
  6. Proračuni građevina [4]
  7. Hidraulički proračuni tečenja u koritu za srednju i veliku vodu za regulirano stanje [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada projekta

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:
- ocjenjivanje projekta

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- pisani i usmeni dio ispita

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- projekt 40%, pisani dio ispita 20%, usmeni dio ispita 40%.

Obvezna literatura:
1. Interna skripta: http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/regulacije

Preporučena literatura:
1. Chang, H. H.: *Fluvial processes in River Engineering* Krieger publishing company, 1998.
2. Jansen, P. Ph. et al: *Principes of River Engineering – The non-tidal alluvial river*, Pitman Publishing Limited, London, 1979.

Izborni kolegiji

MATEMATIKA 3.

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

STOHASTIČKI PROCESI

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

1. godina, 2. semestar

Obvezni kolegiji

PLOVNI PUTEVI I LUKE

Bodovna vrijednost (ECTS): 9

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe: 45 (auditorne: 24, konstrukcijske: 21)

Ciljevi kolegija:

- osposobljavanje za građenje i projektiranje standardnih pomorskih građevina u skladu sa Zakonom o gradnji i Uvjetima za članstvo u komori građevinskih inženjera,
- osposobljavanje za daljnje stručno i znanstveno usavršavanje.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanja iz hidraulike, riječnog inženjerstva, betonskih konstrukcija i temeljenja.

Ishodi učenja kolegija:

- studenti imaju prošireno znanje iz mehanike tekućina, materijala, geotehnike i sposobni su ga primijeniti,
- studenti imaju kompetencije u području valnih prognoza i vještine u fizikalnom modeliranju morskih valova,
- studenti imaju kompetencije za razvojne projekte u pomorskom i riječnom graditeljstvu,
- studenti imaju znanje za razvojne projekte u vodnom gospodarstvu,
- studenti imaju vještine u laboratorijskom i matematičkom modeliranju procesa morskih valova,
- studenti imaju kompetencije za definiranje kvalitete pomorskih gradnji,
- studenti imaju kompetencije za vođenje gradilišta kod pomorskih gradnji,
- studenti imaju znanje za vođenje tima raznih struka kod razvojnih projekata i kod projektiranja pomorskih građevina.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Hidraulika 1., Hidrologija 2.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. GIBANJA MORA, MORSKI VALOVI [HG], IDEALNI VALOVI, Uvod (definicija, vrste, opis) [HG], Vrste i osnove teorija idealnih valova, Teorija valova malih amplituda [3]
2. Teorije valova konačnih amplituda (uvod: popis teorija, strmina, srednjica), *Blitz test 1: Valovi male amplitude* [3]
3. Deformacije valova (shoaling, lom, trenje, refrakcija, difrakcija, refleksija, transmisija) [3]
4. Statistički i spektralni opis valova, Prognoze površinskih vjetrovnih valova, Nastajanje vjetovnih valova [3]
5. Značajke valova živog mora, Značajke valova mrtvog mora [3]
6. Prognoze vjetovnih valova, Podaci potrebni za prognoze vjetovnih valova, Lokalne kratkoročne prognoze iz podataka o vjetru, Regionalne kratkoročne prognoze vjetovnih valova, Lokalne dugoročne [3]
7. Projektni valovi, Morski valovi dugih perioda, Valno opterećenje fiksnih pomorskih konstrukcija [3]
8. Građenje u moru [3]
9. Tehnologija gradnje nasipnog lukobrana, Tehnologija gradnje vertikalnih lukobrana, Brodovi [3]
10. Luke [3]
11. Prometni sustavi, Lučka mehanizacija, Lučka skladišta, Brodski vez, Lučka obala [3]
12. Razvrstaj i upravljanje morskim lukama u RH, Oblik luke, Lučke kopnene građevine [3]
13. Unutarnje lučke pomorske građevine, Lučka obala, Ostali lučki unutarnji objekti [3]
14. Vanjske pomorske građevine, Tipovi lukobrana, trasiranje lukobrana, Lukobran tipa nasip, Lukobran tipa zid [3]
15. Urbani pomorski objekti, Putničke i trajektne luke, Marine [3]

- Vježbe (auditorne, konstrukcijske):
  1. PR1 – Parametri vala m. a. u dubokoj vodi, PR2 – Parametri vala m. a. u prelaz. podr., PR3 - Energija vala, Seminar 1: Teorija valova male amplitude [3]
  2. PR4 – Lom vala, Seminar 2: Teorija valova konačne amplitude, *Test [HG]* [3]
  3. PR5 – Plan refrakcije, *Test 1: Valovi male i konačne amplitude* [3]
  4. PR6 – Jednostrana difrakcija, PR7 – Dvostrana difrakcija, Seminar 3: Plan refrakcije [3]
  5. PR8 – Visinske kote keja, PR9 – Refleksija na nagnutom pokosu [3]
  6. PR10 – Transmisija valova
  7. PR11 – Kratkoročna valna prognoza, PR12 – Dugoročna valna prognoza [3]
  8. Seminar 3: Dugoročna valna prognoza, PR13, Test 3: Realni valovi kratkih i dugih perioda, valna opterećenja [3]
  9. Seminar 3: Dugoročna valna prognoza, PR13 – Oblikovanje morske luke, PR14 – Rasuti teret [3]
  10. Seminar 4: Valna opterećenja [3]
  11. PR15 – putnici, PR16 – kontejneri [3]

12. Seminar 5: Proračun stabilnosti obalnog zida, Test 4: Građenje, brodovi, lučke kopnene granice [3]
13. Seminar 5: Proračun stabilnosti obalnog zida [6]
14. Seminar 5: Proračun stabilnosti obalnog zida, Test 5: Proračun stabilnosti obalnog zida [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- sudjelovanje na svim predavanjima i vježbama,
- predano svih 5 seminarskih radova s vježbi,
- 6 kolokvija: ostvareno najmanje 25% na svakom kolokviju; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 5 blitz testova,
- 3 kolokvija
- izrada i obrana 5 programskih zadataka.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokviji 80%, seminarski radovi 10%, usmeni ispit 10%.

Obvezna literatura:

1. Pršić, M., Carević, D.: Pomorske građevine – I, II i III dio: web skripta Građevinskog fakulteta, 2019.

Preporučena literatura:

1. Tadejević, Z.; Pršić, M.: *Pomorska hidraulika I - Idealni valovi i struje.* Zagreb: skripta Fakulteta građevinskih znanosti, 1981.
2. Pršić, M.; Tadejević, Z.: *Riječni plovni putevi.* Zagreb: skripta Fakulteta građevinskih znanosti, Zagreb, 1988.
3. *CEM – Coastal Engineering Manual*, US Army Corps of Engineering, Coastal Research Center, 2003-2008., http://140.194.76.129/publications/eng-manuals/
4. *Shore Protection Manual*, CERC – Coastal Engineering Research Center, US Government Printing Office, Washington DC 1977. i 1984.
5. *EAU 2004 – Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen*, Ernst & Sohn, Berlin, 2004.
6. *EAU 2004 – Recommandations of the Comitt for Waterfront Structures Harbours and Waterways*, Ernst & Sohn, Berlin, 2006. i E_verzija 2009.,
7. Tsinker, G. P.: *Handbook of Port Engineering,* John Willey & Sons, 2004, Hoboken, New Jersey, USA.
8. Tsinker, G. P.: *Handbook of Port and Harbour Engineering,* Chapman & Hall, 1997, New York, USA.
9. Thorsen, C. A.: *Port Designer's Handbook* – Recommandations and Guidlines, Thomas Telford, 2003, London, UK.
10. CUR*, C. A.: *Port Designer's Handbook* – Recommandations and Guidlines, Taylor & Francis, Lieden, NL; *Centre for Civil Engineering Research and Codes – Public Works Rotterdam – Port of Roterdam.
11. Gaytwaite, J. W.: *Design of Marine facilities for Berthing, Mooring, and Repair of Vessels Handbook of Port and Harbour Engineering,* 2nd Edition, ASCE Press, 2004, Reston, Virginia,

USA.
12. CIRIA*, CUR**, CETMEF***: *The Rock Manual*, 2nd edition, London, 2007, *Construction Industry Research and Information Association, **Centre for Civil Engineering Research and Codes, ***Institute for Maritime and Inland Waterways, France.
13. Kuhn, R.: *Binnen-verkehtswasserbau*, Ernst & Sohn, Berlin 1985.
14. Partenscky, H. W.: *Binnenverkehtswasserbau – Schleusenanlagen*, Springer Verlag, Berlin, 1986.
15. *Technical standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, The Overseas Coasta Area Development Institute of Japan, 2002.

HIDROTEHNIČKE MELIORACIJE 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 8

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 45
- vježbe (projektantske): 30

Ciljevi kolegija:
- upoznavanje sa zakonitostima odnosa biljka-tlo-voda te osnovama projektiranja, planiranja i upravljanja hidromelioracijskim sustavima,
- razvoj analitičkih vještina u području odnosa biljka-tlo-voda, planiranja, projektiranja i upravljanja melioracijskim sustavima, a posebice u dijelu projektiranja sustava za površinsku i podzemnu odvodnju.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- osnove hidraulike i hidrologije,
- poznavanje rada u osnovnim računalnim programima za tablični proračun, izradu teksta i tehničko crtanje.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Hidraulika 1., Hidrologija 2.

Ishodi učenja kolegija:
- usvajanje znanja iz hidrologije, hidraulike, meliorativne pedologije, klimatologije, topografije, inženjerske informatike, projektiranja hidromelioracijskih sustava za odvodnju,
- napraviti analizu hidroloških, pedoloških, topografskih i klimatoloških obilježja slivnih područja – poljoprivrednih površina,
- definirati kriterije i mjere za izbor optimalnog hidromelioracijskog sustava poljoprivrednog područja,
- razumjeti osnovne parametre odnosa biljka-tlo-voda vezanih za podzemnu i površinsku odvodnju,
- izraditi idejni projekt hidromelioracijskog sustava površinske i podzemne odvodnje,
- koristiti računalne programe u projektima hidrotehničkih melioracija

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Važnost hidrotehničkih melioracija u poljoprivredi, zajednička poljoprivredna politika EU, građevine za osnovnu melioracijsku odvodnju u prema Zakonu o vodama, Plan upravljanja vodama [3]

2. Podloge za izradu planova i projekata hidromelioracijskih objekata i sustava. Kriteriji za dimenzioniranje [3]
3. Koncepcijsko rješenje površinske odvodnje –određivanje rasporeda kanala u mreži odvodnje, razmak kanala IV. reda, trasiranje kanala višeg reda [3]
4. Proračun otjecanja s poljoprivrednog zemljišta – određivanje mjerodavne oborine, vremena koncentracije i modula odvodnje [3]
5. Dimenzioniranje kanalske mreže – hidraulički proračun tečenja u kanalima i optimizacija geometrije kanala upotrebom DrainCAN i HEC-RAS softvera [3]
6. Građevine na kanalskoj mreži: ustava, cijevni propust, pločasti propust, propust, sifon, čep, hidrotehnička stepenica, prag, crpna stanica, prijelazi i mostovi. Opći tehnički uvjeti i primjeri [3]
7. Hidrotehničke stepenice i ustave: pristup dimenzioniranju; spojevi kanala; hidraulički skok; slapišta; disipatori energije, primjeri izgrađenih građevina [3]
8. Crpne stanice: osnovni pojmovi i definicije, odabir optimalne crpke, dimenzioniranje crpnog bazena, primjeri izgrađenih crpnih stanica. [3]
9. Održavanje i upravljanje sustavima odvodnje [3]
10. Pedologija tla, vodne konstante, suvišne potpovršinske vode, proračun tečenja podzemne vode [3]
11. Stacionarni proračun podzemne odvodnje, odvodnja kanalima, cijevna drenaža, drenažni bunari, vertikalni, horizontalni i radijalni dotok u drenove, određivanje razmaka drenova; Hooghoudtov pristup; Ernstov pristup [3]
12. Nestacionarni proračun podzemne odvodnje [3]
13. Drenaža kosina i intercepcijska drenaža: pristup proračunu; primjeri rješavanja [3]
14. Odvodnja i zaslanjivanje tla: utjecaj navodnjavanja na drenažu; bilanca soli u zoni korijena; ispiranje soli; zaslanjivanje uslijed kapilarnog podizanja vode u tlu [3]
15. Odvodnja i navodnjavanje u sklopu gospodarenja poljoprivrednim zemljištem [3]

- Vježbe (auditorne i konstrukcijske):
  1. Koncepcijsko rješenje sustava površinske odvodnje [4]
  2. Proračun otjecanja [4]
  3. Hidraulički proračun tečenja [6]
  4. Proračun hidrotehničke stepenice [4]
  5. Nacrti - uzdužni i poprečni profili [4]
  6. Proračun sustava podzemne odvodnje [4]
  7. Dimenzioniranje crpne stanice [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada projekta

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje projekta

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni dio ispita

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- projekt 40%, pisani dio ispita 20%, usmeni dio ispita 40%.

Obvezna literatura:

1. Kos, Z.: *Hidrotehničke melioracije tla – odvodnjavanje*; Školska knjiga, Zagreb, 1989.
2. Skupina autora, *Odabrana poglavlja*:
   - Knjiga 2, *Podloge za hidrotehničke melioracije*, 1984. (Tomić, F.)
   - Knjiga 3, *Osnovna mreža površinskog odvodnjavanja*, 1985. – projektiranje (Kos, Z.)
   - Knjiga 4, *Detaljna mreža podzemnog odvodnjavanja*, 1987. – projektiranje (Kos, Z.)
   - Knjiga 5, *Građenje sustava površinske i podzemne odvodnje*, 1989. (Marušić, J.)
   - Knjiga 6, *Održavanje sustava površinske i podzemne odvodnje*, 1991. (Marušić, J.); Društvo za odvodnjavanje i navodnjavanje Hrvatske, Zagreb.

Preporučena literatura:

1. Skupina autora, *Priručnik za hidrotehničke melioracije*, III. kolo;
   - Knjiga 1, *Suvremeni pristup i metode planiranja i upravljanja hidromelioracijskim sustavima*, Rijeka 2003 (Ožanić, N.)
   - Knjiga 2, *Elementi planiranja i upravljanja sustava za navodnjavanje*, Rijeka 2005. (Ožanić, N.), Građevinski fakultet Rijeka i HHD i HDON.
2. Skupina autora, Odabrana poglavlja: *Priručnik za hidrotehničke melioracije – navodnjavanje*, II. kolo;
   - Knjiga 3, *Metode natapanja*, 1994. (Kos, Z.);
   - Knjiga 4, *Sustavi, građevine i oprema za natapanje*, 1995. (Kos, Z.);
   - Knjiga 5, *Planiranje, projektiranje i organizacija natapnih s ustava*, 1996. (Kos, Z.); Građevinski fakultet Rijeka i Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje (HDON), Zagreb.

Izborni kolegiji

OPSKRBA VODOM I ODVODNJA 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (projektantske): 15

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o svim aspektima gospodarenja sustavima opskrbe vodom i odvodnje,
- stjecanje praktičnih znanja iz hidrauličkog dimenzioniranja pojedinih dijelova vodoopskrbnih i kanalizacijskih sustava kao i njihovog oblikovanja.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje matematičke analize,
- razumijevanje osnovnih režima tečenja vode (tečenje pod tlakom, tečenje sa slobodnim vodnim licem),
- poznavanje osnova mehanike tekućina (jednadžba održanja količine gibanja, Bernoullijeva jednadžba za realnu tekućinu, proračun lokalnih i linijskih gubitaka energije, tlačna i energetska linija).

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Hidraulika 1., Hidrologija 2.

Ishodi učenja kolegija:

- primjena stečenih znanja za koncepcijsku razradu sustava opskrbe i odvodnje,
- definiranje mjerodavnih parametara i hidrauličko dimenzioniranje vodovodne i kanalizacijske mreže,
- dimenzioniranje vodospreme,
- definiranje osnovnih parametara za određivanje kapaciteta crpnih stanica, proračun utroška energije crpke, određivanje krivulje sustava,
- dimenzioniranje taložnika.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Opskrba vodom – uvod, vodoopskrbni sustavi [2]
  2. Potrošnja vode [2]
  3. Izvorišta, vodozahvati [2]
  4. Vodozahvati, crpne stanice [3]
  5. Kondicioniranje vode [3]
  6. Vodospreme, vodoopskrbne mreže [2]
  7. Vodoopskrbne mreže – proračun [2]
  8. 1. kolokvij
  9. Odvodnja – uvod, sustavi odvodnje [2]
  10. Mjerodavne količine otpadnih voda [2]
  11. Kanalizacijske mreže [2]
  12. Kanalizacijske mreže – proračun [2]
  13. Građevine kanalizacijske mreže [3]
  14. Pročišćavanje otpadnih voda i ispusti [3]
  15. 2. kolokvij
- Vježbe (auditorne):
  1. Određivanje mjerodavnih količina potrošnje vode [1]
  2. Dimenzioniranje vodozahvatnih građevina [1]
  3. Dimenzioniranje crpnih stanica [1]
  4. Dimenzioniranje objekata za kondicioniranje vode [1]
  5. Dimenzioniranje vodosprema [1]
  6. Hidraulički proračun vodoopskrbne mreže [2]
  7. Određivanje mjerodavnih količina otpadnih voda [1]
  8. Hidraulički proračun kanalizacijske mreže [2]
  9. Dimenzioniranje objekata na kanalizacijskoj mreži [1]
  10. Određivanje parametara za dimenzioniranje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda [1]
  11. Hidraulički proračun vodoopskrbne mreže
  12. Hidraulički proračun kanalizacijske mreže

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25 %; popravni kolokvij samo za dobivanje potpisa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe minimalno 60 % oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60 %,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio ispita 50 %, usmeni dio ispita 50 %

Obvezna literatura:

1. Ž. Vuković, Halkijević, I.: Opskrba vodom i odvodnja 1, predavanja, 2023.

Preporučena literatura:

1. Trifunović, N.: *Introduction to Urban Water Distribution*, Taylor & Francis Group, London, UK, 2008.
2. Brandt, M. J.; Johnson, K. M.; Elphinston, A. J.; Ratnayaka, D. D.: *Twort's Water Supply*, 7th edition, Elsevier, 2016.
3. Butler, D.; Digman, C. J.; Makropoulos, C.; Davies, J.W.: *Urban Drainage*, 4th edition, CRC Press, USA, 2018.

ZAŠTITA VODA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (projektantske): 15

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o ekološkim zakonitostima vodnih sustava,
- stjecanje teorijskih znanja o postupcima i tehnologijama zaštite voda od antropogenog djelovanja,
- stjecanje praktičnih znanja o zakonskoj regulativi vodnog gospodarstva.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati i objasniti temeljna ekološka načela,
- objasniti i primijeniti zakonsku regulativu vodnog gospodarstva,
- objasniti temeljne tehnološke postupke pročišćavanja otpadnih voda,
- objasniti temeljne postupke obrade muljeva,
- objasniti načine konačnog ispuštanja pročišćenih otpadnih voda.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Temeljna ekološka načela: abiotički i biotički činitelji, životna zajednica, ekosustav životne oblasti [3]
  2. Kakvoća vode: fizikalni, kemijski, biološki pokazatelji. Promjene kakvoće vode: izvori onečišćenja, vrste otpadnih voda, autopurifikacija voda [1]
  3. Modeli kakvoće voda: empirički modeli, numerički modeli, QUALL, WASP [2]
  4. Poremećaji vodnih ekosustava: eutrofikacija, udarno opterećenje [2]
  5. Upravljanje kakvoćom voda: politički i sociološki pristup, pravne mjere, prostorno planiranje, gospodarske i financijske mjere, znanstvene i tehnološke mjere, institucionalne mjere, planovi i programi zaštite voda. [2]

6. Pročišćavanje otpadnih voda: opća načela, mehaničko pročišćavanje, fizikalno kemijsko pročišćavanje [2]
7. Pročišćavanje otpadnih voda: biološko pročišćavanje, konvencionalni postupak s aktivnim muljem [2]
8. Pročišćavanje otpadnih voda: biološko pročišćavanje, postupak s produženom aeracijom, SBR postupak [2]
9. Pročišćavanje otpadnih voda: biološko pročišćavanje, uklanjanje dušika i fosfora [2]
10. Pročišćavanje otpadnih voda: obrada mulja [2]
11. Pročišćavanje otpadnih voda: alternativni postupci [2]
12. Pročišćavanje otpadnih voda: alternativni postupci [2]
13. Prirodni postupci pročišćavanja otpadnih voda [2]
14. Modeli miješanja u morima i jezerima (VISUAL PLUMES, CORMIX) [2]
15. Kontrola raspršenih izvora onečišćenja: fenomen, izvori, kontrola [2]

- Vježbe (auditorne):
  1. Analiza otpadne vode prema pojedinim parametrima, mjerodavnim za ocjenu kakvoće vode i dimenzioniranje uređaja za pročišćavanje [1]
  2. Jednadžbe pronosa zagađenja u vodotocima [1]
  3. Matematičko modeliranje kakvoće vode u vodotocima (QUAL, WASP) [4]
  4. Opće jednadžbe procesa obrade otpadnih voda na uređajima za pročišćavanje [1]
  5. Jednadžbe kinetike biološkog pročišćavanja otpadnih voda [1]
  6. Dimenzioniranje objekata biološkog pročišćavanja s aktivnim muljem [1]
  7. Dimenzioniranje objekata biološkog pročišćavanja s pričvršćenim mikroorganizmima
  8. Dimenzioniranje objekata za naknadno taloženje [1]
  9. Dimenzioniranje objekata za obradu mulja [1]
  10. Dimenzioniranje uređaja s alternativnim postupcima pročišćavanja otpadnih voda [1]
  11. Dimenzioniranje podmorskih ispusta [1]
  12. Matematičko modeliranje pronosa zagađenja u moru (VISUAL PLUMES, CORMIX) [1]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: za potpis treba na svakom kolokviju riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe više od 60% oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- prema potrebi usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- aktivnost na vježbama 15%, kolokviji ili pisani dio ispita do 85%.

Obvezna literatura:

1. Tedeschi, S.: *Zaštita voda,* HDGI, 1997.
2. Predavanja: *Powerpoint prezentacije i tekstovi nositelja kolegija (web-fakulteta).*
3. Zbirka riješenih zadataka WEB stranica kolegija Zaštita voda.

Preporučena literatura:

1. Metcalf & Eddy: *Wastewater Engineering,* McGraw Hill, 2003.
2. Njemačke smjernice za dimenzioniranje uređaja s aktivnim muljem (DWA A 131).

PRIMIJENJENA GEOLOGIJA

Vidjeti u poglavlju Smjer Geotehnika.

ZAŠTITA OKOLIŠA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o osnovnim ekološkim pojmovima i procesima,
- spoznaja o antropogenim utjecajima na okoliš, prvenstveno iz domene građevinarstva,
- stjecanje znanja o mjerama i postupcima zaštite okoliša te zakonskoj regulativi u području zaštite okoliša i vodnog gospodarstva.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih pojmova u fizici, biologiji, kemiji i građevinarstvu.

Ishodi učenja kolegija:

- fizikalno razumijevanje osnovnih ekoloških procesa,
- prepoznati i objasniti temeljna ekološka načela,
- objasniti temeljne tehnološke postupke pročišćavanja otpadnih voda,
- razumijevanje gospodarenja otpadom,
- razumijevanje pojma „održivi razvoj“.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod [2]
  2. Osnove ekologije i zaštite okoliša; temeljni pojmovi [2]
  3. Okolišni problemi: onečišćenje zraka (izvori i posljedice) [2]
  4. Okolišni problemi: onečišćenje voda [2]
  5. Okolišni problemi: onečišćenje tla i onečišćenje prirode [2]
  6. Obnovljivi i neobnovljivi izvori energije i klimatske promjene [2]
  7. Zakonodavstvo u području zaštite okoliša: Procjena utjecaja na okoliš – identifikacija i klasifikacija utjecaja [2]
  8. Održivi razvoj i graditeljstvo [2]
  9. Utjecaj gradova, prometnica i vodogradnji [2]
  10. 1. kolokvij
  11. Otpad i gospodarenje otpadom [2]
  12. Odlagališta otpada [2]
  13. Otpadne vode i primjena metodologije kombiniranog pristupa [2]
  14. Mjere i postupci zaštite okoliša [2]
  15. 2. kolokvij

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja,

- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25 %; popravni kolokvij (samo za dobivanje potpisa).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe minimalno 60 % oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pismeni ispit: 100%.

Obvezna literatura:

1. ZAŠTITA OKOLIŠA, predavanja, D. Nakić, 2023. godina

Preporučena literatura:

1. G. Tyler Miller Jr.: Living in the Environment: Principles, Connections, and Solutions, 15th Edition, Thomson Books, 2007.
2. Peter H. Raven, Linda R. Berg, David M. Hassenzahl: Environment, 7th Edition, Wiley, 2010.
3. Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 1118/18)
4. Nacionalna strategija zaštite okoliša
5. Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske
6. Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske
7. Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 61/14 i 03/17)
8. Plan upravljanja vodnim područjima
9. Metodologija primjene kombiniranog pristupa (Hrvatske vode, 2018)

KONSTRUKCIJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (projektantske: 18, konstrukcijske: 12)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje novih teorijskih znanja o konstruiranju građevina,
- stjecanje praktičnih znanja o konstruiranju i proračunima konstrukcija,
- stjecanje praktičnih znanja o dimenzioniranju konstrukcijskih elemenata.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje materijala i razumijevanje otpornosti materijala,
- razumijevanje osnova geotehnike, hidrotehnike i betonskih konstrukcija,
- poznavanje osnova proračuna različitih statičkih sustava.

Ishodi učenja kolegija:

- razumjeti osnovna načela i probleme oblikovanja građevina,
- analizirati djelovanja na građevinske konstrukcije,
- proračunati konstrukcijske elemente i sklopove građevina,
- primijeniti projektna načela u proračunima konstrukcijskih elemenata i sklopova građevina.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Značajke konstrukcijskih sustava. Osnove projektiranja i proračuna. [2]
  2. Konstrukcije prevodnica [2]
  3. Konstrukcije sustava odvodnje [2]
  4. Djelovanja, kombinacije opterećenja, osnove potresnog djelovanja i proračuna [2]
  5. Betonske konstrukcije (GSN, GSU, projektiranje trajnosti) [2]
  6. Potporne konstrukcije [2]
  7. Temeljenje [2]
  8. Konstrukcije lučkih obala [2]
  9. Konstrukcije u visokogradnji. Osnove prednapetog betona. [2]
  10. Konstrukcije u niskogradnji [2]
  11. Vodotornjevi i spremnici [2]
  12. Plutajuće konstrukcije [2]
  13. Pontonski lukobrani [2]
  14. Primjeri iz prakse [4]
- Vježbe:
  1. Upoznavanje s programom vježbi. Zadavanje i razrada zadatka Prevodnica
  2. Pregled i predaja zadatka Prevodnica
  3. Zadavanje i razrada zadatka Okno
  4. Pregled i predaja zadatka Okno
  5. Zadavanje i razrada zadatka Krilni zid
  6. Pregled i predaja zadatka Krilni zid
  7. 1. kolokvij
  8. Zadavanje i razrada zadatka Obalni zid
  9. Pregled i predaja zadatka Obalni zid
  10. Zadavanje i razrada zadatka Dijafragma
  11. Pregled i predaja zadatka Dijafragma
  12. Zadavanje i razrada zadatka Pilot
  13. Pregled i predaja zadatka Pilot
  14. 2. kolokvij
  15. Popravni kolokvij

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- 2 kolokvija: treba riješiti 25%; popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: studenti koji na kolokvijima riješe 50% oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokviji ili pisani dio ispita 50%, usmeni dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. Separati s predavanja i vježbi objavljeni u Merlinu
2. Norme serije HRN EN 199i ; i = 0, 1, 2, 7, 8.
3. Sorić, Z., Kišiček T.: *Betonske konstrukcije 1*, Građevinski fakultet, Zagreb, 2014.
4. Radić, J.: *Betonske konstrukcije – riješeni primjeri*, Zagreb, 2006.

OBRADA PODATAKA U HIDROTEHNICI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6,0

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (projektantske): 30

Ciljevi kolegija:

- upoznati studente s metodama i alatima za analizu vremenskih i prostornih podataka u hidrotehnici,
- osposobiti studente za samostalnu izradu istraživanja i/ili projekata primjenom programskih okruženja za upravljanje podacima, računanje i grafički prikaz.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- napredno korištenje osnovnih računalnih alata (MS Excel),
- poznavanje sintakse i semantike programiranja,
- poznavanje petlji i grananja: petlja "for", ugniježđene petlje, grananja "if"

Ishodi učenja kolegija:
Nakon položenog kolegija student će moći:

- koristiti se osnovama programskog okruženja za upravljanje podacima, računanje i grafički prikaz (Matlab / Octave, R, QGIS),
- pripremiti i obraditi sirove vremenske i/ili prostorne podatke za primjenu u proračunu funkcionalnosti,
- primijeniti na podacima osnovne statističke analize i modele te vrednovati rezultate modela,
- razlikovati osnovne metode za obradu vremenskih podataka u vremenskoj i frekvencijskoj domeni,
- primijeniti GIS alat za osnovni pregled prostornih podataka iz hidrotehnike,
- primijeniti odgovarajuće metode za analizu prostornih podataka u svrhu obrade i korištenja za projektiranje,
- integrirati prostorne i vremenske vrste informacija unutar jednog sustava u svrhu analize podloga za hidrotehničke proračune,
- donositi odluke na temelju analize prostornih i vremenskih podataka u okviru interdisciplinarnih aktivnosti pri projektiranju.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Priprema i unos podataka pomoću programskih okruženja Matlab / Octave, R. [2]

2. Primjena metoda deskriptivne statistike. [2]
3. Primjena metoda inferencijalne statistike. [2]
4. Regresijski modeli. Modeli bazirani na podacima. [2]
5. Validacija modela. [2]
6. Uvod u analizu vremenskih serija. Spektralna analiza i filtriranje. [2]
7. Analiza trenda. [2]
8. 1. kolokvij
9. Osnove GIS-a. Pregled koordinatnih sustava i projekcija. Analiza prostornih podataka. Pohrana geoprostornih objekata: točke, polilinije, poligoni. [2]
10. Digitalni model reljefa. Vektorski podatkovni model. [2]
11. Slojevi u GIS-u. Korištenje javno dostupnih WMS slojeva u QGIS-u. [2]
12. Analiza topografskih karakteristika. Model mreže nepravilnih trokuta (TIN). [2]
13. Analiza topografskih karakteristika. Rasterski model. [2]
14. Primjena GIS-a u hidrotehnici. Projekti i istraživanja na oglednim primjerima. [2]
15. 2. kolokvij

- Vježbe:
  1. Kreiranje varijabli i spremanje podataka u programskom okruženju Matlab / Octave, R. [2]
  2. Izračun osnovnih statističkih parametara za skup hidroloških podataka. [2]
  3. Određivanje korelacije među varijablama. [2]
  4. Izrada regresijskog modela. [2]
  5. Validacija modela. [2]
  6. Analiza vremenske serije i spektar. [2]
  7. Analiza trenda. [2]
  8. Prezentacija 1. dijela projekta [2]
  9. Zadavanje projekta u QGIS-u. [2]
  10. Unos podataka u model [2]
  11. Izrada digitalnog modela reljefa od vektorskih podataka [2]
  12. Dodavanje podloge DTM-u iz WMS slojeva [2]
  13. Izrada modela mreže nepravilnih trokuta (TIN). [2]
  14. Izrada rasterskog modela. Izvoz podataka [2]
  15. Prezentacija 2. dijela projekta [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje nastave. Izrada i prezentacija projekta. 25 % bodova na svakom kolokviju i 60% bodova za svaki projektni zadatak.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- Kolokvij, projekt, usmeni ispit .

Obvezna literatura:

1. Predavanja na mrežnoj stranici kolegija. Nastavni materijali s vježbi.

Preporučena literatura:

1. Šošić, I. (2004).Primijenjena statistika. Školska knjiga.
2. Husno H. (2000). Vjerovatnoća i statistika u hidrologiji.
3. Tutić, D., Vučetić, N., Lapaine, M. (2002): Uvod u GIS, Sveučilište u Zagrebu Geodetski fakultet

4. Matijević, M., Morić Španić, A.: Priručnik za rad u QGIS aplikaciji.
5. Chatfield, C. (2004). The analysis of time series: an introduction, CRC press.
6. Venables, W. N., & Smith, D. M. (2004). An Introduction to R: Notes on R, A Programming Environment for Data Analysis and Graphics, v. 2.0. 1. Network Theory, Bristol, UK. - Prevedeno na hrvatski (http://cran.salud.gob.sv/doc/contrib/Kasum+Legovic-UvodUr.pdf).
7. Long, P. J. G. (2005). Introduction to Octave. University of Cambridge.
8. Materijali za kolegij:" Applied Time Series Analysis (GEOS 585A)" Meko, D., University of Arizona, USA.
9. Petković, T. (2005). Kratke upute za korištenje MATLAB-a. Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagreb.
10. Helsel, D. R., Hirsch, R. M. (1992). Statistical methods in water resources. Amsterdam, Elsevier Science.
11. de Smith, M., Longley, P., Goodchild, M.: Geospatial Analysis - A comprehensive guide, A free web-based GIS resource.
12. Pintar, D., Vranić, M. (2020): Osnove programiranja u R-u (S760). Sveučilište u Zagrebu, Sveučilišni računski centar – Skripta za polaznike tečaja S760.

2. godina, 3. semestar

Obvezni kolegiji

KORIŠTENJE VODNIH SNAGA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 10, projektantske: 20)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje praktičnih i teorijskih znanja iz područja korištenja vodnih snaga i osnova projektiranja hidroelektrana i njihovih elemenata,
- stjecanje i primjena praktičnih znanja u izradi nacrta hidrotehničkih građevina.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje i razumijevanje hidroloških procesa u prirodi,
- poznavanje osnovnih hidrauličkih proračuna elemenata hidrotehničkih građevina,
- poznavanje i razlikovanje primjene hidrotehničkih građevina,
- poznavanje i razumijevanje osnovnih svojstva tla i stijena,
- poznavanje hidrauličkih proračuna vodnih lica.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Hidraulika 1., Hidrologija 2.

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti osnovna znanja o raspoloživoj energiji i snazi voda i o potrebi njenog korištenja, objasniti osnovne principe korištenja vodnih snaga,
- razlikovati osnovne tipove hidroelektrana i objasniti osnovne principe njihovog rada,
- izraditi energetsku analizu vodnih tokova,
- izraditi rješenja korištenja vodnih snaga za proizvodnju električne energije i procijeniti njihov utjecaj na okoliš,
- izraditi hidraulički proračun za potrebe građevinskog projekta HE

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Obnovljivi izvori energije. Hidroenergeija [2]
  2. Energija i snaga [2]
  3. Osnove korištenja vodnih snaga [2]
  4. Tipovi hidroelektrana [2]
  5. Akumulacije [4]
  6. Brane [2]
  7. Tehnologija građenja HE [2]
  8. Ulazni uređaji [2]
  9. Provodnici [2]
  10. Nestacionarne pojave [2]
  11. Turbine [2]

12. Strojarnica [2]
13. Riblje staze [2]
14. HE i njihovi utjecaji na okoliš [2]

- Vježbe:
  1. Godišnja proizvodnja energije derivacijske HE [4]
  2. Godišnja proizvodnja energije protočne HE [4]
  3. Godišnja proizvodnja energije protočne HE i derivacijske HE [2]
  4. Smještaj brane u prostor [6]
  5. Evakuacija vode za vrijeme građenja [6]
  6. Hidraulički proračun [6]
  7. Obrana

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje predavanjima i vježbama,
- izrada i predaja programskih zadataka u predviđenim rokovima

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- manji testovi za provjeru praćenja nastave,
- kraće domaće zadaće u cilju poboljšanja praćenja nastave.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjena programskih zadataka izrađenih tijekom semestra
- pisani ispit
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena programskih zadataka,
- pisani ispit
- usmeni ispit

Obvezna literatura:

1. Predavanja na web stranici kolegija.
2. Hidrotehničke građevine, web skripta prijediplomskog studija.
3. Stojić, P.: *Hidroenergetika*, Split, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, 1995.
4. Đorđević, B.: *Korišćenje vodnih snaga.*
5. Đorđević, B.: *Korišćenje vodnih snaga – Objekti hidroelektrana*, Naučna knjiga i GF Beograd, 1989.
6. Žugaj, M.: *Posebne analize u hidrotehnici*, Zagreb, Građevinski institut, 1981.

Preporučena literatura:

1. Mosony, E.: *Water Power Development*, Vol. I-II, Budapest, Akademiai Kiado, 1987.
2. *Civil Engineering Guidelines for Planning and Designing Hydroelectric Developments*; Vol 1-3; New York, American Society of Civil Engineers, 1989.

OPSKRBA VODOM I ODVODNJA 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (projektantske): 30

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o vodoopskrbi i odvodnji,
- stjecanje teorijskih znanja o postupcima i tehnologijama zahvaćanja, transporta i trošenja pitkih voda, ispuštanja, transporta i ispuštanja otpadnih voda,
- stjecanje praktičnih znanja o konstrukciji i funkcionalnosti vodnih građevina vodoopskrbe i odvodnje.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje temelja vodoopskrbe i odvodnje.

Ishodi učenja kolegija:
- objasniti i primijeniti postupke procjene ulaznih vrijednosti za projektiranje sustava javne vodoopskrbe i odvodnje,
- primijeniti postupke dimenzioniranja građevina i uređaja javne vodoopskrbe i odvodnje,
- primijeniti postupke održavanja sustava vodoopskrbe i odvodnje,
- primijeniti kriterije za odabir materijala i uređaja za javnu vodoopskrbu i odvodnju,
- objasniti i primijeniti moderne alate za simulaciju hidrološko-hidrauličkih modela vodoopskrbe i odvodnje.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Projektna dokumentacija sustava javne vodoopskrbe i odvodnje [2]
  2. Računalno modeliranje sustava vodoopskrbe i odvodnje [2]
  3. Analiza potreba za vodom i cijena vodnih usluga [2]
  4. Analiza gubitaka vode u vodoopskrbnim sustavima [2]
  5. Regulacija rada crpki [2]
  6. Crpni sustavi sa zajedničkim radom više crpki [2]
  7. Procrpne stanice, prekidne komore, mali vodovodi [2]
  8. Kanalizacijske crpne stanice [2]
  9. Proračun tereta onečišćenja sa slivnih površina i zone sanitarne zaštite [2]
  10. Građevine oborinske kanalizacije 1 - separatori i preljevi [2]
  11. Građevine oborinske kanalizacije 2 - retencije i sifoni [2]
  12. Alternativni sustavi oborinske odvodnje [2]
  13. Alternativni sustavi sanitarne odvodnje [2]
  14. Ispusti, održavanje sustava vodoopskrbe i odvodnje, bezrovovske metode građenja, rekonstrukcija i sanacija cjevovoda. [2]
  15. Izvođenje infrastrukture javne vodoopskrbe i odvodnje - problemi u praksi [5]
- Vježbe:
  1. Analiza i priprema projektantskih podloga, definiranje koncepcije tehničkih rješenja sustava vodoopskrbe i odvodnje, zadavanje programskih zadataka.
  2. Analiza potreba za vodom programskog zadatka. Praktični primjeri analize potreba.
  3. Računalno modeliranje vodoopskrbnih sustava – definiranje geometrije objekata.

4. Definiranje i proračun mjerodavnih projektnih računskih veličina sustava vodoopskrbe i odvodnje.
5. Računalno modeliranje vodoopskrbnih sustava – definiranje hidrauličkih opterećenja. Praktični primjeri analize sustava po IWA metodologiji.
6. Hidraulički proračun i računalno dimenzioniranje objekata vodoopskrbnog sustava. Analitičko funkcionalno dimenzioniranje objekata vodoopskrbe.
7. Analiza kakvoće pitke vode i utroška električne energije kod rada crpnih stanica.
8. Računalno modeliranje sustava odvodnje – definiranje geometrije objekata. Praktični primjeri analize crpnih sustava.
9. Računalno modeliranje sustava odvodnje – definiranje hidrauličkih opterećenja
10. Hidraulički proračun i računalno dimenzioniranje objekata sustava odvodnje. Analitičko funkcionalno dimenzioniranje objekata odvodnje.
11. Analiza i poboljšanje pogonskih karakteristika sustava vodoopskrbe i odvodnje u okviru programskog zadatka.
12. Izrada situacijskih nacrta sustava vodoopskrbe i odvodnje.
13. Hidrauličko dimenzioniranje objekata alternativnih sustava odvodnje.
14. Sadržaj projektne dokumentacije različitih razina i izrada tekstualnih dijelova programskog zadatka.
15. Korekcije i predaja programskog zadatka.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe više od 60% oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- prema potrebi usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- aktivnosti na vježbama 20%, kolokviji ili pisani dio ispita do 80%.

Obvezna literatura:

1. Predavanja: *Powerpoint prezentacije i tekstovi nositelja kolegija (web-fakulteta)*

Preporučena literatura:

1. D. Vouk, I. Halkijević: Predavanja, vježbe, repozitorij kolegija, 2022.
2. Larry W. Mays: Urban Water Supply Handbook
3. D. Ratnayaka, M. J. Brandt, K. M. Johnson, A. J. Elphinston: Twort's Water Supply (7th Edition)
4. J. Thornton, R. Sturm, G. Kunkel: Water Loss Control (2nd Edition)
5. N. Trifunovic: Introduction to Urban Water Distribution
6. D. Butler, J. Davies: Urban Drainage (Third Edition)
7. Water Environment Federation, American Society of Civil Engineers, Environmental and Water Resources Institute (U.S.): Design of Urban Stormwater Controls (2nd Edition)
8. J. Margeta: Kanalizacija naselja: odvodnja i zbrinjavanje otpadnih i oborinskih voda

Izborni kolegiji

URBANA HIDROLOGIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (16 auditorne + 14 projektantske)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o utjecaju urbanizacije na hidrološke procese, obradi podataka o oborinama te metodama određivanja otjecanja empirijskim pristupom i matematičkim modeliranjem.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnova iz kolegija Hidrologija i Hidrologija 2 koja uključuju: vodu i gibanje vode u prirodi, procese u atmosferi, hidrometriju, obradu hidrometrijskih podataka, primjenu vjerojatnosti i statistike u hidrologiji te parametarske metode za određivanje procesa,
- poznavanje osnova iz kolegija Hidrologija 2 koja uključuju poznavanje i razumijevanje: hidroloških procesa, analizu podataka o oborinama, procese otjecanja na slivu – metodama za određivanje direktnog otjecanja, te matematičkim modeliranju u hidrologiji.

Ishodi učenja kolegija:
- definirati i objasniti: hidrološke procese na urbanim slivovima, metode obrade podataka o oborinama i metode za proračun otjecanja na urbanim slivovima,
- izraditi ITP-krivulje i projektnu kišu na temelju podataka o oborinama te pripadni projektni hidrogram
- razlikovati i odabrati odgovarajuću metodu proračuna projektne kiše i hidrograma otjecanja,
- primijeniti stečeno teorijsko znanje urbane hidrologije u građevinskoj industriji; u projektiranju građevina sposobni su riješiti jednostavnije probleme i zadatke iz urbane hidrologije.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Hidrološki procesi na urbanim slivovima, hidrološka bilanca, hidro-meteorološka mreža stanica, hidrološki informacijski sustav, utjecaj urbanizacije na hidrološke procese. [2]
  2. Oborine, intercepcija, infiltracija, retenciranje vode u depresijama, površinsko tečenje, tečenje i retenciranje u sabirnim olucima, rigolima i kanalima. [2]
  3. Hidrološke i hidrauličke karakteristike urbanih sustava, karakteristike elemenata sustava kišne i mješovite kanalizacije, otvoreni sustavi oborinske odvodnje. [2]
  4. Ravni i kosi krovovi, asfaltirane površine, parkovi i neasfaltirane površine, oluci i rigoli, slivnici i šahtovi, propusti za vodu ispod prometnica i drugih objekata, kanalizacijska mreža, kišni preljevi, retencije i ekspanzioni bazeni, upustne i ispustne građevine. [2]

5. Proračun otjecanja od jakih kiša, empirijske formule i racionalna metoda, vrijeme koncentracije otjecanja i vrijeme zaostajanja maksimalnog otjecana za kiše kraće od vremena koncentracije. [2]
6. Efektivna oborina i koeficijent otjecanja, korelacijski odnos oborina – otjecanje, otjecanje od topljenja snijega. [2]
7. 1. kolokvij
8. Izrada i značenje ITP-krivulja kiša u urbanim područjima, formiranje relevantnih skupova kišomjernih podataka za izradu ITP-krivulja. [2]
9. Los Angeles metoda, Chicago metoda, SCS metoda (Soil Conservation Service Metod), ostale metode. [2]
10. Određivanje mjerodavne kiše za projektiranje kanalizacijskog sustava, poplave u urbanim područjima, ekonomski aspekti određivanja projektne kiše. [2]
11. Određivanje projektnog hidrograma temeljem modeliranja otjecanja i provedbe ekonomske analize odnosa troškova sustava odvodnje i šteta od urbanih poplava uslijed kiša velikog intenziteta. [2]
12. Proračun otjecanja s pojedinačnih objekata, industrijskih i poslovnih zgrada, stambenih blokova i gradskih prometnica. [2]
13. Suvremeni principi urbane odvodnje i kakvoća vode u urbanim slivovima. Ublažavanje poplavnih valova i uloga gradskih retencija. [2]
14. Sakupljanje i korištenje oborinskih voda, upuštanje u podzemlje, upravljanje sustavom urbane odvodnje temeljem primjene matematičkog modeliranja otjecanja. [2]
15. 2. kolokvij

- Vježbe (auditorne i konstrukcijske):
  1. Formiranje relevantnih skupova kišomjernih podataka za izračun ITP-krivulja (auditorne) [2]
  2. Formiranje relevantnih skupova kišomjernih podataka za izračun ITP-krivulja (konstrukcijske) [2]
  3. Izračun ITP-krivulja [4]
  4. Određivanje i primjena metode jediničnog i trenutnog jediničnog hidrograma u urbanom području [4]
  5. Primjena HEC-HMS modeliranja za određivanje otjecanja na urbanom području. [2]
  6. Primjena HEC-HMS modeliranja za određivanje otjecanja na urbanom području. [2]
  7. Primjena metode jediničnog i trenutnog jediničnog hidrograma te metode kinematičkog vala na urbanom području. [2]
  8. Primjena metode jediničnog i trenutnog jediničnog hidrograma te metode kinamatičkog vala na urbanom području. [2]
  9. Promjena korištenja zemljišta uslijed urbanizacije. Uvođenje elemenata održivih sustava urbane odvodnje. [2]
  10. Promjena korištenja zemljišta uslijed urbanizacije. Uvođenje elemenata održivih sustava urbane odvodnje. [2]
  11. Simulacije otjecanja u HEC-HMS-u. [4]
  12. Određivanje projektnog hidrograma. [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: na svakom treba ostvariti barem 10 bodova; jedan popravni kolokvij,
- uspješna izrada 1 programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za prolaz treba riješiti zadatke i ostvariti najmanje 20 bodova,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pozitivno ocijenjen program 0-15%, pisani dio ispita 35-70%, usmeni dio ispita 0-15%.

Obvezna literatura:

1. Hrelja, H.: Inženjerska hidrologija, Univerzitet u Sarajevu - Građevinski fakultet; Sarajevo, 2007.
2. Vuković, Ž.: Osnove hidrotehnike - Knjiga I, Poglavlje 2: Hidrologija, str. 19-133, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1996.
3. Urbana hidrologija - Okrugli stol, Split 25-26 travnja 2002., zbornik radova, Hrvatsko hidrološko društvo i Hrvatske vode.

Preporučena literatura:

1. Chow, V.T.: Handbook of Applied Hydrology, McGrow-Hill book Company, New York, 1964.
2. Akan A.O., Houghtalen R.J.: Urban Hydrology, Hydraulics, and Stormwater Quality – Engineering Application and Computer Modeling; John Wiley & Sons Ltd. 2003., http://eu.wiley.com
3. Viessman, W.Jr., Lewis, L.G.: Introduction to Hydrology, Harper-Collins-College-Publishers, New York, 1996.

PROČIŠĆAVANJE VODA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (projektantske): 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o tehnologijama pročišćavanja komunalnih otpadnih voda,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o tehnologijama pročišćavanja pitkih voda,
- stjecanje praktičnih znanja o relevantnim ishodištima vezanim uz tehnologije pročišćavanja voda (zakonska regulativa, ekološki, ekonomski, sociološki aspekti).

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- predznanja o ekološkim faktorima vodnih staništa,
- predznanja o temeljnim zakonskim rješenjima u vodnom gospodarstvu,
- predznanja o osnovama mikrobiologije postupaka pročišćavanja otpadnih voda.

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti temeljne biokemijske procese u postupcima pročišćavanja otpadnih voda,
- objasniti i primijeniti postupke dimenzioniranja građevina i uređaja za pročišćavanje voda,
- primijeniti tehnologije pročišćavanja komunalnih otpadnih voda,
- primijeniti tehnologije kondicioniranja pitkih voda,

- primijeniti temeljne postupke obrade muljeva.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Svrha pročišćavanja, uporišta u zakonskoj regulativi [2]
  2. Hidrauličko i opterećenje onečišćenjem, odabir mjerodavnih ulaznih veličina za dimenzioniranje [2]
  3. Mikrobiologija pročišćavanja otpadnih voda [2]
  4. Mehaničko pročišćavanje [2]
  5. Biološko pročišćavanje, postupci sa raspršenim kulturama [6]
  6. Biološko pročišćavanje, postupci sa pričvršćenim kulturama [2]
  7. Alternativni postupci [2]
  8. Membranski postupci [2]
  9. Biljni uređaji [2]
  10. Kondicioniranje pitkih voda, temeljne pretpostavke [2]
  11. Taloženje, filtracija [2]
  12. Uklanjanje metala, boje, ostalih kemijskih spojeva [2]
  13. Zbrinjavanje mulja s uređaja za pročišćavanje otpadnih voda [2]
- Vježbe (auditorne):
  1. Obrada ulaznih podataka prema ATV radnim listovima [2]
  2. Dimenzioniranje postupaka mehaničkog predtretmana [2]
  3. Oblikovanje bioloških reaktora [2]
  4. Proračun sustava s raspršenim kulturama [4]
  5. Proračun sustava s pričvršćenim kulturama [2]
  6. Proračun različitih modifikacija postupaka s muljem [2]
  7. Dimenzioniranje biljnih uređaja [2]
  8. Odabir i dimenzioniranje alternativnih postupaka pročišćavanja [2]
  9. Proračun MBR sustava [2]
  10. Dispozicija elemenata i jediničnih operacija u prostoru [2]
  11. Dimenzioniranje postupaka obrade mulja [2]
  12. Dimenzioniranje postupaka kondicioniranja pitkih voda [4]
  13. Projektiranje pilot uređaja [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe više od 60% oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- prema potrebi usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- aktivnost na vježbama 20%, kolokviji ili pisani dio ispita do 80%.

Obvezna literatura:

1. Predavanja: *Powerpoint prezentacije i tekstovi nositelja kolegija (web-fakulteta)*

Preporučena literatura:

1. Metcalf & Eddy: *Wastewater engineering, Treatment and reuse*, McGraw-Hill, 2003.
2. IWA publishing: Biological wastewater treatment - Principles, Modelling and Design
3. DWA smjernice, radni list A 131
4. DWA smjernice, radni list M 210

MODELIRANJE U HIDROTEHNICI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (laboratorijske): 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje praktičnih znanja o fizikalnom i numeričkom modeliranju strujanja u otvorenim vodotocima i sustavima pod tlakom te pronosa tvari,
- stjecanje uvida u mogućnosti primjene suvremenih numeričkih modela.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa,
- poznavanje općeg zakona očuvanja polja i dinamike gibanja tekućine materijalne točke,
- razumijevanje pojmova početnih i rubnih uvjeta.

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje pojma modela,
- prepoznavanje prednosti i nedostataka fizikalnog i numeričkog modeliranja te usvojenih, pretpostavki i nesavršenosti svakog od njih,
- prepoznavanje odgovarajućeg opisa rubnih i početnih uvjeta,
- uočavanje dimenzionalnosti problema i mogućnosti primjene odgovarajućih pojednostavljenja,
- prepoznavanje problematike u numeričkoj diskretizaciji parcijalnih diferencijalnih jednadžbi,
- primjena rezultata numeričkog modela u proračunima tlakova i sila na konstrukciju,
- stjecanje uvida u recentne modelske tehnike i mogućnosti suvremenih besplatnih i komercijalnih modela ,
- stjecanje znanja o mogućnostima hibridnog modeliranja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Pojam modela i modeliranje gibanja tekućine. Fizikalni modeli (zakoni sličnosti, ograničenja i prednosti, tipovi modela). Numerički modeli (numeričke metode rješavanja, ograničenja i prednosti). Hibridni modeli. Značaj kod projektiranja, izgradnje i korištenja. [2]
  2. Pojam modela i modeliranje gibanja tekućine. Definiranje dimenzionalnosti problema za provedbu modelskih analiza. Podloge za uspostavu fizikalnog i/ili numeričkog modela. [2]
  3. Strujanje i pronos u kontinuiranoj akvatičkoj sredini. Jednadžbe strujanja tekućine i transfera topline. (zakon očuvanja mase, količine gibanja i energije u tri dimenzije, jednadžbe stanja). [2]

4. Strujanje i pronos u kontinuiranoj akvatičkoj sredini. Navier-Stokes jednadžba za Newtonovu tekućinu (konzervativni oblik jednadžbi strujanja tekućine). [2]
5. Strujanje i pronos u kontinuiranoj akvatičkoj sredini. Diferencijalna i integralna forma opće jednadžbe pronosa. Klasifikacija po fizikalnim karakteristikama. [2]
6. Modeli turbulencije. Reynolds-ovo osrednjavanje Navier-Stokes jednadžbi za nestišljive tekućine. Proračun turbulentnih tokova , „RANS mixing length" model turbulencije, „RANS k-" model turbulencije). [2]
7. Strujanje i pronos u kontinuiranoj akvatičkoj sredini. Model trodimezionalnog strujanja u otvorenom vodotoku. Model dvodimenzionalnog strujanja u otvorenom vodotoku. Toplinska izmjena s atmosferom za 2D i 3D model. [2]
8. Strujanje i pronos u stijeni međuzrnske poroznosti. Osnovni zakoni i jednadžbe procesa (zakon očuvanja mase, komponente pronosa, generalizacija Fickovog zakona, difuzija). disperzija, jednadžba pronosa). [2]
9. Strujanje i pronos u stijeni međuzrnske poroznosti. Reaktivni procesi (utjecaj odumiranja i razgradnje, izmjena tvari između krute i tekuće faze, retardacija). [2]
10. Modeliranje procesa u eko sustavu Populacijski model. Michaelis-menten kinetika. Model ekosustava s dva člana (predator – plijen), s tri člana (npz) i sa četiri člana (npzd). Poveznica s hidrodinamičkim modelom konvektivne disperzije. [2]
11. Modeliranje valnog generiranja. Mehanizam generiranja valova vjetrom. (teorije prijenosa energije vjetra na valove - modelska implementacija). [2]
12. Modeliranje valnog generiranja. Nelinearno međudjelovanje valova (spektralna disipacija u dubokovodnom području, disipacija uslijed loma valova). Nelinearno međudjelovanje u plitkovodnom području (disipacija na dnu). [2]
13. Modeliranje sustava pod tlakom. [2]
14. Primjeri primjene numeričkog modeliranja u svrhu rješavanja problema u hidrotehnici. [2]
15. Primjeri usporedbe rezultata numeričkog i fizikalnog modeliranja u hidrotehnici (korelacija model-priroda). [2]

- Vježbe (auditorne, konstrukcijske):
  1. Model strujanja u otvorenom vodotoku. Uspostava modela stacionarnog i nejednolikog strujanja uslijed promjene geometrije proticajnog korita. [2]
  2. Model strujanja u otvorenom vodotoku. Analiza slučaja naglog proširenje i suženja korita (definiranje rubnih i početnih uvjeta). [2]
  3. Model strujanja u otvorenom vodotoku. Analiza slučaja naglog produbljenja i uzdignuća korita (definiranje rubnih i početnih uvjeta). [2]
  4. Model strujanja u otvorenom vodotoku Usporedba s proračunom temeljenim na teorijskoj razradi problema. [2]
  5. Model strujanja u otvorenom vodotoku forsiran poljem vjetra s varijacijom brzina vjetra. [2]
  6. Model strujanja u otvorenom vodotoku. Analiza slučajeva s varijacijom horizontalnih dimenzija. [2]
  7. Model strujanja u otvorenom vodotoku. Analiza slučajeva s varijacijom vertikalnih dimenzija. [2]
  8. Model strujanja u otvorenom vodotoku. Analiza slučajeva s varijacijom gustoće u vertikalnom profilu. [2]
  9. Model strujanja kroz stijenu međuzrnske poroznosti. Uspostava modela procjeđivanja (2D u vertikalnoj ravnini), definiranje rubnih i početnih uvjeta. [2]

10. Model strujanja kroz stijenu međuzrnske poroznosti. Analiza utjecaja promjene širine pregradnog profila, dubine uranjanja zagata i debljine vodonosnog sloja na brzine i ukupne protoke procjeđivanja. [2]
11. Model strujanja kroz stijenu međuzrnske poroznosti. Analiza utjecaja izotropnosti i anizotropnosti. [2]
12. Model valnog generiranja. Uspostava modela (generiranje proračunske mreže, definiranje rubnih i početnih uvjeta). [2]
13. Model valnog generiranja. Analiza osjetljivosti modelskih konstanti i usvajanje modelske parametrizacije temeljem rezultata mjerenja na valografskoj postaji. [2]
14. Model valnog generiranja. Usporedba s proračunom temeljenim na semi-empiričkom pristupu. [2]
15. Model dinamike ekosustava. Uspostava numeričkog modela prezentiranog s dva člana (plijen-predator). [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokvij: za oslobođenje od pisanog i usmenog dijela ispita treba riješiti više od 50% bodova.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit i usmeni ispit za kandidate koji su na kolokviju ostvarili manje od 50% bodova.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- oslobođenje od polaganja ispita putem kolokvija,
- 10% dodatnih bodova za studente koji su samostalno izradili minimalno po jedan primjer za svaki od korištenih numeričkih modela u sklopu kolegija.

Obvezna literatura:

1. Na mrežnim stranicama kolegija: skripa, predavanja po tjednima nastave, primjeri uspostavljenih modela.
2. Novak, P.: *Hydraulic modelling - an introduction: principles, methods and applications*, Spoon Press, London, 2010.

HIDROTEHNIČKE MELIORACIJE 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (projektantske)

Ciljevi kolegija:

- upoznavanje s osnovama projektiranja, planiranja i upravljanja sustavima za navodnjavanje i sustavima za podzemnu odvodnju,
- razvoj analitičkih vještina u području projektiranja, planiranja i upravljanja sustavima za navodnjavanje i sustavima za podzemnu odvodnju, a posebno u području projektiranja.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- osnove hidraulike i hidrologije,

- znanja i poznavanje gradiva iz kolegija Hidrotehničke melioracije 1.,
- poznavanje rada u osnovnim računalnim programima za tablični proračun, izradu teksta i tehničko crtanje,
- poznavanje engleskog jezika.

Ishodi učenja kolegija:

- studenti dobivaju produbljeno i prošireno ranije stečeno znanje iz Hidrotehničkih melioracija 1.; detaljno se upoznavaju s procesima projektiranja, građenja, korištenja i održavanja hidromelioracijskih sustava i objekata (površinskih i podzemnih), te o navodnjavanju poljoprivrednih i drugih tala,
- planirati i projektirati objekte sustava odvodnje i navodnjavanja poljoprivrednih tala,
- razumjeti osnovne parametre odnosa biljka-tlo-voda vezanih za navodnjavanje,
- procijeniti potrebne količine vode za navodnjavanje biljaka
- izraditi idejni projekta navodnjavanja,
- koristiti računalne programe u projektima navodnjavanja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Zašto je potrebno navodnjavanje i koje su posljedice njegovog korištenja. [2]
  2. Odnosi tlo-voda-biljka u pojasu rizosfere [2]
  3. Određivanje mjerodavne norme i hidromodula za navodnjavanje biljnih kultura [2]
  4. Sustavi površinskog navodnjavanja [2]
  5. Sustavi za navodnjavanje mikrorasprskivačima [2]
  6. Sustavi za navodnjavanje kap po kap [2]
  7. Kriteriji za odabir sustava za navodnjavanje [2]
  8. Hidrauličko dimenzioniranje glavnih cjevovoda hidromelioracijskih sustava za navodnjavanje [2]
  9. Kvaliteta vode za navodnjavanje [2]
  10. Zahvati vode za navodnjavanje [2]
  11. Dimenzioniranje taložnice [2]
  12. Zaslanjivanje tla kao posljedica navodnjavanja [2]
  13. Kontrola funkcioniranja sustava navodnjavanja, pristup industrije 4.0 u poljoprivredi [2]
  14. Tehničko-financijski pokazatelji izgradnje sustava navodnjavanja [2]
  15. Primjeri iz prakse [2]

- Vježbe:
  1. Analiza terenskih i klimatskih podataka melioracijskog područja [4]
  2. Proračun potreba vode za navodnjavanje [6]
  3. Izbor načina i vrsta navodnjavanja [6]
  4. Dimenzioniranje taložnice [4]
  5. Nacrti [4]
  6. Iskaz glavnih radova kao troškovničkih stavki [4]
  7. Tehnički izvještaj [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada projekta

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje projekta

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni dio ispita

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- projekt 40%, pisani dio ispita 20%, usmeni dio ispita 40%.

Obvezna literatura:

1. Kos, Z.: *Hidrotehničke melioracije tla – navodnjavanje*; Školska knjiga, Zagreb, 1987.
2. Skupina autora: *Odabrana poglavlja: priručnik za hidrotehničke melioracije – navodnjavanje*, II. kolo;
    - Knjiga 3, *Metode natapanja*, 1994. (Kos, Z.)
    - Knjiga 4, *Sustavi, građevine i oprema za natapanje*, 1995. (Kos, Z.)
    - Knjiga 5, *Planiranje, projektiranje i organizacija natapnih sustava*, 1996. (Kos, Z.); Građevinski fakultet Rijeka i Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje (HDON), Zagreb.

Preporučena literatura:

1. Skupina autora, *Priručnik za hidrotehničke melioracije*, III. kolo;
    - Knjiga 1, *Suvremeni pristup i metode planiranja i upravljanja hidromelioracijskim sustavima*, Rijeka, 2003 (Ožanić, N.)
    - Knjiga 2, *Elementi planiranja i upravljanja sustava za navodnjavanje*, Rijeka, 2005. (Ožanić, N.), Građevinski fakultet Rijeka i HHD i HDON.
2. Vidaček, Ž.: Gospodarenje melioracijskim sustavima odvodnje i natapanja; Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i HDON, Zagreb, 1998.
3. Concaret, J.; Guyot, J.; Perrey, C.: Kretanje suvišne vode u tlu, prijevod s francuskog; Institut za pedologiju i poljoprivredne melioracije; Zagreb, 1977.

POSTUPCI ZAŠTITE OD VODA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (projektantske): 30

Ciljevi kolegija:

- prenijeti studentima znanje o problematici zaštite od poplava i o rizicima njihove pojave,
- upoznati studente s mehanizmima globalne i lokalne nestabilnosti korita vodotoka i matematičkim alatima za njihovo opisivanje,
- prenijeti znanja o dimenzioniranju objekata na sustavima zaštite od poplava

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa (uključujući obične diferencijalne jednadžbe) te linearne algebre,

- poznavanje osnova dinamike tekućina (jednadžba održanja količine gibanja, opći zakon strujanja realne tekućine (Saint-Venantova i Navier-Stokesova jednadžba), jednadžba održanja kinetičke energije, Bernoullijeva jednadžba za realnu tekućinu, otpori tečenju, proračun lokalnih i linijskih gubitaka energije, geodetska, tlačna i energetska linija, mjerenje brzine, tlaka i protoka),
- poznavanje nacrtne geometrije, crtanje u prostoru, sjecište pravaca s modelom reljefa,
- rad na računalu: osnove crtanja pomoću CAD programa, napredne operacije nad grafičkim i vektorskim podlogama,
- poznavanje rada u softveru HEC-RAS.

Ishodi učenja kolegija:

- definirati karte opasnosti od poplava na modelu reljefa i procijeniti materijalne štete od poplave te broj okvirno ugroženog stanovništva,
- definirati elemenate sustava zaštite od poplava,
- dimenzioniranje građevina na sustavu zaštite od poplava i njihovo međudjelovanje,
- procjena opasnosti od erozivnog djelovanja toka na uronjene elemente građevina na vodotocima,
- razlikovanje pojedinih pristupa korištenih pri empirijskim procjenama erozivnog kapaciteta vodotoka,
- procijeniti razmjere djelovanja toka uslijed izgradnje građevina u različitom akvatičkom okolišu.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod, vodotoci kao element vodnogospodarskog sustava [2]
  2. Dvodimenzionalni hidrodinamički numerički modeli za modeliranje režima voda [2]
  3. Vrste poplava i primjeri karakterističnih šteta [2]
  4. Zadaci pri implementaciji Direktive EU o procjeni i upravljanju rizicima od poplava [2]
  5. FEH (Flood Estimation Handbook) pristup za izračun opasnosti od poplava [2]
  6. Izrada planova opasnosti od poplava u Hrvatskoj [2]
  7. Procjena šteta i izrada karata rizika od poplava [2]
  8. Pristup pasivne zaštita od poplava: dimenzioniranje nasipa [2]
  9. Proračun procjeđivanja kroz nasip i drenažnog sustava [2]
  10. Nepouzdanosti pri izračunu mjerodavnih vodostaja [2]
  11. Mobilni sustavi za pasivnu zaštitu od poplava [2]
  12. Pristup aktivne zaštite od poplava: utjecaj retencija na režim voda [2]
  13. Pristup aktivne zaštite od poplava: utjecaj akumulacija na režim voda [2]
  14. Pristup aktivne zaštite od poplava: utjecaj oteretnih kanala na režim voda [2]
  15. Pojava leda na vodotocima [2]
- Vježbe (auditorne):
  1. Izrada modela terena poplavnog područja [4]
  2. Proračun tečenja 2D numeričkim modelom [2]
  3. Izrada karata opasnosti od poplava [4]
  4. Izrada karata rizika od poplava [4]
  5. Proračun funkcionalnosti nasipa [6]
  6. Dimenzioniranje retencije/akumulacije/oteretnog kanala i upusne građevine [6]
  7. Dimenzioniranje filtarske drenaže kod nasipa [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada projekta

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje projekta

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani i usmeni dio ispita

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- projekt 30%, seminar 10%, pisani dio ispita 20%, usmeni dio ispita 40%.

Obvezna literatura:

1. Chang, H. H: *Fluvial Processes in River Engineering*, Krieger publishing company, 1998.
2. Jansen, P. Ph. et al: *Principes of River Engineering – The non-tidal alluvial river*, Pitman Publishing Limited, London, 1979.
3. Materijali na mrežnoj stranici kolegija.

Preporučena literatura:

1. *Water Resources Project Planning*, UN Office of Tehnical Cooperation: Water Resources Series No. 41, NY, 1972.;
2. Hemphil, R.; Bramley, M. E.: *Protection of river and canal banks*, CIRIA and Butterworths, London, UK, 1989.

HIDRAULIKA 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 4, laboratorijske: 12, konstrukcijske: 14)

Ciljevi kolegija:

- naučiti studente načinu prikupljanja podataka kako s mjerenja u prirodi tako i s mjerenja u laboratoriju,
- studenti će također savladati i elemente upravljanja hidrotehničkim sustavima,
- savladat će i osnove modeliranja te će napraviti vlastiti model i njemu provesti odgovarajuća mjerenja i obradit rezultate.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- dobro znanje mehanike fluida i hidraulike.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Hidraulika 1.

Ishodi učenja kolegija:

- usvajanje metoda prikupljanja podataka mjerenja u prirodi i u sagrađenim hidrotehničkim sustavima,
- savladavanje znanja o metodama mjerenja protoka, razina vode, brzina,
- usvajanje metoda modeliranja hidrotehničkih procesa,
- usvajanje metode obrada baza prikupljenih podataka,

- razumijevanje analogno-digitalna i digitalno-analogna konverzije.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Fizikalni modeli, metode istraživanja strujanja fluida, kratka povijest hidrauličkog modeliranja, osnove fizikalnog modeliranja i uvjeti sličnosti, primjeri fizikalnog modeliranja, prednosti i mane fizikalnog modela [2]
  2. Oprema laboratorija i mjerni sustavi, planiranje mjerenja, optimalizacija pokusa [2]
  3. Mjerenja u prirodi: organizacija i metode mjerenja [2]
  4. Mjerna tehnika: mjerenje razine vode, mjerenje brzine, mjerenje protoka [2]
  5. Mjerna tehnika: mjerenje tlaka i sila, mjerenje ostalih parametara (temperatura, koncentracija tvari,...) [2]
  6. Prezentacija koncepcije izrade pojedinih modela [2]
  7. Prikupljanje i obrada izmjerenih podataka senzori i izvršni organi [2]
  8. Prikupljanje i obrada izmjerenih podataka, obrada signala, multipleksori, analogno digitalni konverter [2]
  9. Prikupljanje i obrada izmjerenih podataka - pogreške mjerenja, prikaz rezultata [2]
  10. Druga prezentacija provedenog modeliranja [2]
  11. Konzultacije na modelima [4]
  12. Analiza dobivenih rezultata - usporedba sa prethodno provedenim istraživanjima [2]
  13. Izmjena iskustva stečenih modeliranjem [2]
  14. Završni ispit - predaja i prezentacija rezultata modeliranja [2]
- Vježbe:
  1. Uvodno o izradi modela, odabir problema koji će se modelirati, opis raspoložive mjerne tehnike [2]
  2. Odabir mjerne tehnike, odabir mjerila modela, koncepcija mjerila, plan pokusa. [2]
  3. Izrada modela, ugradnja [2]
  4. Provedba mjerenja [4]
  5. Obrada rezultata mjerenja [2]
  6. Provedba dodatnih mjerenja (po potrebi ponavljanje neuspjelih mjerenja – izrada potrebnih modifikacija) [2]
  7. Provedba mjerenja [4]
  8. Obrada rezultata mjerenja i predlaganje modifikacija modela [2]
  9. Provedba mjerenja [2]
  10. Obrada rezultata mjerenja [2]
  11. Provedba završnih mjerenja [2]
  12. Izrada završnog izvještaja [2]
  13. Završni- kolokvij- prezentacija [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja 75% i vježbi 100%,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 50%, usmeni ispit 50%

Obvezna literatura:

1. Gjetvaj, G.: *Hidraulika 2* (Interna skripta).
2. Kobus, H.: *Hydraulic Modeling*, Verlag Paul Parey, Hamburg, 1980.
3. Novak, P.; Čabelka, J.: *Models in Hydraulic Engineering*, Pitman,1981.

Preporučena literatura:

1. Chow, V. T.: *Open Channel Hydraulics*, Mc Graw-Hill Kogakusha, 1986.
2. Roy, D. N.: *Applied Fluid Mechanics*, Ellis Horwood limited, New York, 1988.
3. Tavaularis, S.: *Measurements in fluid mechanics*, Cambridge University press, 2005.
4. Bos, M. G.: *Discharge measurement structures*, ILRI publication 20, 1989.

POTPORNE GRAĐEVINE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6,0

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (20 auditorne + 4 na računalima + 6 konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o vrstama potpornih konstrukcija,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o proračunima potpornih
- konstrukcija,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o projektiranju, izvedbi i
- monitoringu potpornih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih fizikalno mehaničkih karakteristika tla (čvrstoća, krutost),
- poznavanje osnova Mohr-ovih kružnica naprezanja,
- razumijevanje procjeđivanja vode u tlu,
- poznavanje osnovnih principa numeričkog modeliranja.

Ishodi učenja kolegija:

- opisati i razumjeti osnovne koncepte ponašanja krutih i fleksibilnih potpornih građevina,
- razumjeti zemljane pritiske na potporne konstrukcije te se upoznati s načinom njihova proračuna,
- odrediti relevantna djelovanja na potpornu konstrukciju uključujući zemljane pritiske, vlastitu težinu konstrukcije, vanjska djelovanja te potres,
- razumjeti mehanizme sloma i deformacije potpornih građevina,
- odabrati relevantne projektne situacije vezane za potporne građevine,
- analizirati i dokazati mehaničku otpornost i stabilnost potpornih građevina u skladu s relevantnim nacionalnim i europskim normama,
- odabrati i primijeniti dostupne inženjerske metode, alate i tehnologije za osiguranje otpornosti i stabilnosti potpornih građevina,

- steći osnovna znanja i vještine proračuna i dimenzioniranja konstruktivnih elemenata i sklopova potpornih građevina.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Primjena i vrste potpornih konstrukcija.
  2. Odabir projektnih parametara i relevantnih proračunskih situacija.
  3. Osnove proračuna zemljanih pritisaka - koncepti opisa zemljanih pritisaka, parametri čvrstoće.
  4. Osnove proračuna zemljanih pritisaka - Rankineova stanja, Coulombova metoda i točnost.
  5. Osnove proračuna zemljanih pritisaka - dodatno opterećenje na površini terena, djelovanje potresa.
  6. Potporni zidovi (gravitacijski i konzolni).
  7. Metode proračuna potpornih zidova (gravitacijski i konzolni).
  8. Armirane zemljane konstrukcije.
  9. Metode proračuna armiranih zemljanih konstrukcija.
  10. Ukopane potporne stijene, sidrenje potpornih konstrukcija, elementi proračuna geotehničkih sidara.
  11. Proračuni ukopanih potpornih stijena (projektni i teorijski zahtjevi).
  12. Proračuni ukopanih potpornih stijena (proračunski postupci)
  13. Primjena Eurocode-a za potporne konstrukcije.
  14. Monitoring i opažanje potpornih konstrukcija.

- Vježbe:
  1. Primjeri proračuna potpornih konstrukcija –. pritisci tla (aktivni, pasivni, pri mirovanju, Rankine, Coulomb).
  2. Utjecaj dodatnih opterećenja na potporne konstrukcije (dodatno opterećenje na površini, seizmika: Mononobe – Okabe izrazi).
  3. Analiza relevantnih graničnih stanja potpornih konstrukcija – prevrtanje, klizanje, nosivost, slijeganje.
  4. Proračun gravitacijskog potpornog zida – analitička rješenja.
  5. Proračun konzolnog potpornog zida – analitička rješenja.
  6. Proračun potpornog zida od armiranog tla – naponsko-deformacijske analize i analize stabilnosti.
  7. Proračun ukopane potporne građevine – analitička rješenja.
  8. Proračun sidrenih ukopanih potpornih građevina – naponsko deformacijska analiza, analiza procjeđivanja, analiza stabilnosti.
  9. Proračun razuprtih ukopanih potpornih građevina – naponsko deformacijska analiza i analiza procjeđivanja, analiza stabilnosti.
  10. Dimenzioniranje sidara i razupora.
  11. Izrada programa – rješavanje primjera potpornih konstrukcija. [8]
  12. Predaja programa.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- predaja dva programa (fleksibilne potporne građevine, krute potporne

- građevine).

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani (teorijski dio, zadaci i upotreba računala) i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- Za pristup usmenom ispitu treba na pisanom dijelu ostvariti minimalno 60 %.

Obvezna literatura:

1. Librić, L: Nastavni materijal (predavanja - PPT prezentacije)
2. Nonveiller, E.: Mehanika tla i temeljenje građevina, II. izdanje. Školska knjiga, Zagreb, 1981.

Preporučena literatura:

1. Dembicki, E.: Tlak, otpor i nosivost tla, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1982.
2. Gaba, A. R., Simpson, B.; Powrie, W.; Beadman, D. R: Embedded retaining walls-guidance for economic design, Report CIRIA C580, London, 2003.
3. Clayton, C.R.I., Woods, R.I., Bond, A.J., Milititsky, J.: Earth Pressure and Earth-Retaining Structures, 3rd Edition, CRC Press, 2014.
4. GEO-SLOPE International: Users Guides (SIGMA /W, SEEP /W, SLOPE W). GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada, 2021.
5. Eurocod-e norme serije EN 199i ; i = 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8.

HIDROGEOLOGIJA I INŽENJERSKA GEOLOGIJA

Vidjeti u poglavlju Smjer Geotehnika.

HIDROTEHNIČKI BETONI

Vidjeti u poglavlju Smjer Materijali.

2. godina, 4. semestar

Obvezni kolegiji

HIDROTEHNIČKI SUSTAVI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 45
- vježbe: 15 (projektantske)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje praktičnih i teorijskih znanja u postupku rješavanja složenih hidrotehničkih sustava,
- stjecanje osnovnih znanja o gospodarenju vodama.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje i razumijevanje hidroloških procesa u prirodi,
- poznavanje i razlikovanje primjene hidrotehničkih građevina,
- poznavanje tehničkih karakteristika i načina funkcioniranja hidrotehničkih građevina.

Ishodi učenja kolegija:
- objasniti osnovne pojmove iz područja gospodarenja vodama,
- poznavati osnovnu zakonsku regulativu,
- analizirati elemente u tehnologiji rješavanja složenih problema, prepoznati potrebne korake i oblikovati postupak rješavanja problema,
- prezentirati hidrotehničke sustave široj publici,
- usporediti hidrotehničke sustave na temelju osnovnih financijskih pokazatelja,
- sudjelovati u radu tima.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Voda i vodni resursi. Osnovni pojmovi. [3]
  2. Zakonska regulativa [6]
  3. Tehnologija rješavanja problema [6]
  4. Ciljevi, kriteriji i mjere [3]
  5. Promjene u okolini izgradnjom hidrotehničkih sustava [3]
  6. Procjena koristi i troškova. [6]
  7. Postupci odlučivanja [3]
  8. Upravljanje višenamjenskim hidrotehničkim sustavima [3]
  9. Integralno gospodarenje vodama [9]
  10. Primjeri hidrotehničkih sustava [3]
- Vježbe:
  1. Izrada projektnog rada prema odabranoj temi iz sadržaja predavanja

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- prisustvovanje predavanjima i vježbama,

- izrada i prezentacija riješenog programskog zadatka u predviđenom roku.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena programskog zadataka izrađenog tokom semestra

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena programskog zadataka
- pisani ispit
- usmeni ispit

Obvezna literatura:

1. *Water Resources Systems Planning and Management. An Introduction to Methods, Models and Applications*, Daniel P. Loucks and Eelco van Beek, Studies and Reports in Hydrology, UNESCO PUBLISHING, 2005.
2. Zakonska regulativa.
3. Vodič za analizu troškova i koristi investicijskih projekata, FOIP biblioteka, 2007.

Preporučena literatura:

1. Linsley, P. K.; Franzini, J. B. et all: *Water-Resources Engineering*, New York, McGraw Hill Book Com. 1991.
2. Đorđević, B.: *Cybernetics in Water Resources Management*, Water Resources Publication, 1993.
3. Thuesen, G. J.; Fabrycky, W. J.: *Engineering Economy*; Prentice-Hall Int. Inc. 1989.
4. James, L. D.; Lee, R. R.: *Economics of Water Resources Planning*; Mc Graw-Hill Inc, 1971.

Izborni kolegiji

PROJEKTIRANJE U HIDROTEHNICI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- vježbe (konstrukcijske): 60

Ciljevi kolegija:

- stjecanje i primjena praktičnih znanja o administrativnim postupcima u realizaciji projektne dokumentacije,
- stjecanje i primjena praktičnih znanja o projektiranju i izvođenju vodnih građevina,
- stjecanje i primjena praktičnih znanja o izradi troškovnika za hidrotehničke građevine,
- stjecanje i primjena praktičnih znanja u izradi nacrta hidrotehničkih građevina,
- stjecanje praktičnih znanja u primjeni modernih računalnih programa iz područja vodnog gospodarstva.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- predznanja iz drugih kolegija nositelja ovog kolegija,

- predznanja iz organizacije građenja, primjene zakonske regulative u građenju,
- predznanja o hidrauličko-hidrološkom modeliranju.

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti i primijeniti postojeću zakonsku regulativu u postupcima realizacije projektne dokumentacije,
- primijeniti postojeća znanja u izradi projektne dokumentacije različitih razina složenosti,
- primijeniti postojeća znanja u obradi mjerenih i literaturnih podataka,
- primijeniti postojeća znanja u modeliranju procesa i konstrukcija.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Vježbe (projektantske):
  1. Izrađuje se Idejni projekt jednostavnije vodne građevine, ili dijela vodne građevine, etapnim postupkom: Razrada i prikaz podloga, od: prostornoplanskih, geodetskih, geotehničkih, hidroloških, klimatskih, maritimnih, prometnih, demografskih [4]
  2. Razrada i prikaz podloga [4]
  3. Definiranje projektnih uvjeta: Relevantni projektni uvjeti od: prostorno-planskih, ekoloških, funkcionalnih i konstruktivnih [8]
  4. Određivanje funkcionalnosti: Postava funkcijske koncepcije građevine procijenjenim kapacitetom, procijenjenim presjecima konstrukcije i situacijskim rješenjem. Odgovarajući proračuni za potvrdu, ili promjenu, pretpostavljene koncepcije koji mogu biti: hidraulički, agropedološki, energetski, tehnološki, ekološki ili prometni [4]
  5. Odgovarajući proračuni za potvrdu, ili promjenu, pretpostavljene koncepcije koji mogu biti: hidraulički, agropedološki, energetski, tehnološki, ekološki ili prometni. [4]
  6. Odgovarajući proračuni za potvrdu, ili promjenu, pretpostavljene koncepcije – nastavak [4]
  7. Proračun konstrukcije: Proračun nosivosti (2D proračun stabilnosti ili čvrstoće) pretpostavljenog presjeka za jednu od konstrukcija zadane vodne građevine [8]
  8. Izrada odgovarajućih grafičkih priloga i tehničkih nacrta (situacijski nacrti, uzdužni profili, tlocrti i presjeci građevina, detalji). [12]
  9. Izrada tehničkog izvještaja [8]
  10. Troškovnik: samo za zadani dio građevine [8]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje vježbi,
- izrada zadanog programa-projekta.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- vrednovanje pohađanja vježbi i aktivnosti na vježbama.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjena kvalitete izrađenog zadatka-projekta.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- aktivnosti na vježbama 20%, kvaliteta izrađenog zadatka do 80%.

Obvezna literatura:

1. Zakon o gradnji RH, Zakon o vodama RH, Pravilnik o izradi studija utjecaja na okoliš, niz RH, HRN ENV te drugi pravilnici vezani na Zakon o gradnji, razni standardi i preporuke.

Preporučena literatura:

1. Svaki nositelj kolegija preporuča literaturu shodno zadanom projektu.

BIOLOŠKE VODOGRADNJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (projektantske): 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja iz područja bioloških vodogradnji koja obuhvaćaju: način primjene vodnog bilja u planiranju i projektiranju riječnih korita; analizu utjecaja vodnog bilja na vodni režim, protočnost i stabilnost korita te utjecaj na očuvanje i zaštitu vodotoka.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnova iz kolegija Hidrologije koja uključuju: hidrološke osobine prirodnih vodotoka, režim voda, režim nanosa, režim leda, hidrološki proračuni neizučenih i izučenih vodotoka,
- poznavanje osnova iz kolegija Regulacije vodotoka koja uključuju: osnovne morfološke značajke vodotoka, uvjete nestabilnosti korita, teoriju režimskog korita, interakciju geometrijskih elemenata korita i hidraulički proračuni prirodnih i umjetnih vodotoka.

Ishodi učenja kolegija:

- ~~definirati i~~ objasniti različita rješenja uređenja vodotoka temeljena na principima bioloških vodogradnji,
- prepoznati osnovne vrste vodenog bilja koje se koristi u biološkim vodogradnjama te izabrati najbolje vrste za određene projektne probleme,
- procijeniti utjecaj određenih rješenja bioloških vodogradnji na hidrauličke karakteristike korita,
- usporediti biološke i masivne vodogradnje,
- prezentirati primjer bioloških vodogradnji uz kritičku procjenu projekta

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
- Predavanja:
  1. Podloge za planiranje i projektiranje bioloških vodogradnji [2]
  2. Parametarske metode opisa topografije sliva i riječne morfologije [2]
  3. Geomorfologija i fizička staništa [2]
  4. Zaštita korita i obala od erozivnog djelovanja toka biljnim pojasom [2]
  5. Suvremene metode i tehnike za renaturalizaciju vodotoka [2]
  6. Pravni i administrativni aspekti projekata renaturalizacije vodotoka u EU [2]
  7. Dimenzioniranje bioloških vodogradnji [2]
  8. Dinamika brzaca i bazena u malim vodotocima [2]
  9. Usporedba bioloških i masivnih vodogradnji [2]
  10. Praćenje i ocjena učinkovitosti projekata renaturalizacije vodotoka [2]
  11. Koraci i dionici u provedbi projekata renaturalizacije vodotoka [2]
  12. Hidraulički uvjeti toka u području fleksibilne vegetacije [2]
  13. Dopuštene brzine u prirodnom koritu [2]
  14. Primjer renaturalizacije malih i planinskih potoka [2]

15. Primjeri dobre prakse renturalizacije velikh rijeka [2]

- Vježbe :
  1. Obrada topografskih podloga odabranog vodotoka [4]
  2. Geomorfološka karakterizacija vodotoka [4]
  3. Morfološki opis vodotoka [4]
  4. Ocjena postojećeg stanja vodotoka [4]
  5. Odabir i postavljanje bioloških vodogradnji u korito [6]
  6. Analiza utjecaja bioloških vodogradnji na očuvanje i zaštitu vodotoka [4]
  7. Verifikacija odabranih rješenja tehno-ekonomskom analizom [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada projekta

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:
- ocjenjivanje projekta.

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- usmeni ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- projekt 50%, usmeni ispit 50 %.

Obvezna literatura:
1. Brierley, G.J. & Fryirs, K.A. (2005): Geomorphology and River Management - Applications of the River Styles Framework, Blackwell Science Ltd, 398
2. Schiff, R., MacBroom, J.G. & Armstrong Bonin, J. (2007): Guidelines for Naturalized River Channel Design and Bank Stabilization. NHDES-R-WD-06-37. New Hampshire Department of Environmental Services and the New Hampshire Department of Transportation, 280
3. Doll, B.A., Grabow, G.L., Hall, K.R., Halley, J., Harman, W.A., Jennings, G.D., Wise, D.E. (2003): Stream Restoration: A Natural Channel Design Handbook, North Carolina Stream Restoration Institute, 128

Preporučena literatura:
1. NRCS 654: (2007) Stream restoration design, U.S. Department of Agriculture, 660

POSEBNI HIDROENERGETSKI SUSTAVI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (projektantske)

Ciljevi kolegija:

- upoznavanje s osobitostima zahvata i opremom u korištenju energije i snage vode malim hidroelektranama, crpno-akumulacijskim i hidroelektranama koje koriste kolebanje morske razine, te korištenje energije valova,
- rješavanje korištenja vodnih snaga malim i crpno akumulacijskim hidroelektranama,
- stjecanje i primjena praktičnih znanja o projektiranju i izvođenju posebnih hidroenergetskih sustava.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih pojmova korištenja vodnih snaga,
- poznavanje osnovnih hidrauličkih proračuna elemenata hidrotehničkih građevina,
- poznavanje hidrauličkih proračuna vodnih lica.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Korištenje vodnih snaga.

Uvjeti za polaganje ispita (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Korištenje vodnih snaga.

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti osnovna znanja o načinu rada malih hidroelektrana i crpno-akumulacijskih hidroelektrana,
- izraditi hidraulički proračun osnovnih elemenata posebnih hidroenergetskih sustava,
- prepoznati probleme u mogućnostima izgradnje,
- objasniti osnovna znanja o raznim oblicima korištenja vodnih snaga.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Male hidroelektrane (MHE): definicije. Mogućnosti izgradnje MHE [6]
  2. Korištenje MHE i uklapanje u energetski sustav [2]
  3. Podloge i istražni radovi [2]
  4. MHE: Zahvati vode, dovodi i odvodi. Strojarnice i oprema za proizvodnju i upravljanje. Upravljanje i održavanje [2]
  5. Gospodarska uloga i njihova isplativost [2]
  6. Promjene u okolini [2]
  7. Crpno-akumulacijske hidroelektrane (CAHE): uloga u elektroenergetskom sustavu [2]
  8. Mogućnosti izgradnje CAHE [2]
  9. Akumulacije – izgradnja, održavanje i korištenje [2]
  10. CAHE: Zahvati vode, dovodi i odvodi, hidraulički proračuni [2]
  11. Zahvati vode, dovodi i odvodi, hidraulički proračuni [2]
  12. Strojarnica i oprema (turbine, crpke) [2]
  13. Promjene u okolini [2]
- Vježbe:
  1. Definiranje elemenata MHE i smještaj u prostoru [10]
  2. Hidraulički proračuni pojedinih elemenata [10]
  3. Izrada elaborata na razini Idejnog projekta za predloženo rješenje. [10]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje predavanjima i vježbama,
- izrada i predaja riješena programska zadatka u predviđenom roku.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- izrada, predaja i prezentacija programskog zadatka

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- ocjena programskog zadatka.

Obvezna literatura:
1. *Civil Engineering Guidelines for Planning and Designing Hydroelectric Developments*; New York, American Society of Civil Engineers, 1989, Vol. 4 - Small-scale Hydro;
2. *Civil Engineering Guidelines for Planning and Designing Hydroelectric Developments*; New York, American Society of Civil Engineers, 1989, Vol. 5 - Pumped Storage and Tidal Power.;
3. Stojić, P.: *Hidroenergetika*; Split, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, 1995.

Preporučena literatura:
1. Mosony, E.: *Water Power Development*; Vol. I-II, Budapest, Akademiai Kiado, 1987.
2. *Civil Engineering Guidelines for Planning and Designing Hydroelectric Developments*; Vol 1-3; New York, American Society of Civil Engineers, 1989.
3. *Zgradimo majhno hidroelektrano*; Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije, 1986.; Del 1-5.

POMORSKE GRAĐEVINE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (auditorne): 30

Ciljevi kolegija:
- osposobljavanje za građenje i projektiranje posebnih pomorskih građevina u skladu sa Zakonom o gradnji i Uvjetima za članstvo u komori građevinskih inženjera,
- osposobljavanje za specijalističko stručno i znanstveno usavršavanje.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- Znanja iz plovnih putova i luka, hidraulike, betonskih konstrukcija i temeljenja.

Ishodi učenja kolegija:
- studenti dobivaju prošireno znanje iz pomorskih gradnji, materijala, geotehnike i sposobni su ga primijeniti,
- studenti imaju napredne kompetencije u području nasipnih lukobrana, marina, podmorskih cjevovoda i elementarne u području brodskih prevodnica, i vještine u koncipiranju njihovih projektnih rješenja,
- studenti imaju kompetencije za sudjelovanje u kompleksnim razvojnim projektima u pomorskom graditeljstvu,
- studenti imaju znanje za razvojne projekte u vodnom gospodarstvu,
- studenti imaju kompetencije za vođenje gradilišta kod gradnji nasipnih lukobrana, marina i podmorskih cjevovoda.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Detaljno projektiranje lukobrana, vrste nasipnih lukobrana i valobrana [2]

2. Nasipi lukobrani: podloge, tipovi i detaljno oblikovanje, moderne jednoslojna obloge, opterećenja, proračun obloge (Hudson) [4]
3. Proračun obloge (Van den Meer), projektiranje detalja [4]
4. Analiza umjetnih obloga, primjeri izvedenih nasipnih lukobrana. [2]
5. Optimalno projektiranje obloge [2]
6. Podmorski cjevovodi: potrebne podloge, tipovi i detaljno oblikovanje, opterećenja [8]
7. Marine: funkcije, oblikovanje, opterećenja, proračuni, konstrukcije, projektiranje detalja [8]

- Vježbe:
  1. Formiranje timova. Zadavanje seminarskog rada po timovima. Uvođenje u rad kroz izradu sadržaja i prikaza postojećeg znanja o temi seminarskog rada [6]
  2. Predaja seminarskog rada Optimalno projektiranje obloge nasipnog lukobrana [2]
  3. Prezentacija seminara Optimalno projektiranje obloge nasipnog lukobrana [2]
  4. Zadavanje seminarskog rada Projektiranje podmorskih cjevovoda [2]
  5. Uvođenje u rad kroz izradu sadržaja i prikaza postojećeg znanja o temi seminarskog rada [2]
  6. Predaja seminarskog rada Projektiranje podmorskih cjevovoda [2]
  7. Prezentacija seminara Projektiranje podmorskih cjevovoda [2]
  8. Zadavanje seminarskog rada Projektiranje marina [2]
  9. Uvođenje u rad kroz izradu sadržaja i prikaza postojećeg znanja o temi seminarskog rada [2]
  10. Predaja seminarskog rada Projektiranje marina [2]
  11. Prezentacija seminara Projektiranje marina [2]
  12. Prikaz postojećeg znanja o projektiranju plaža [2]
  13. Primjer projektiranja plaže [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- sudjelovanje na svim predavanjima i vježbama,
- izrada i obrana 2 seminarska rada s vježbi,
- minimalno 25 % bodova iz 2 kolokvija

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- polaganje 2 kolokvija,
- Izrada i obrana 2 seminarska rada

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni i usmeni ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokviji 60%, seminarski rad 30%, usmeni ispit 10%

Obvezna literatura:

1. Carević, D., Pršić, M.: Pomorske građevine II, WEB skripta Građevinskog fakulteta, 2017
2. Pršić, M.: *Pomorske građevine*: WEB skripta Građevinskog fakulteta, 2012.
3. Pršić, M.: *Plovni putevi i luke – I. do V. Pogl. (potpuno), VI pogl. (djelomično)*: WEB skripta Građevinskog fakulteta, 2012.
4. Pršić, M.: *Hidrotehničke građevine – I. dio-Osnove proračuna i djelovanja, IV. dio-Građevine vodnog prometa*: WEB skripta Građevinskog fakulteta, 2012.

Smjer KONSTRUKCIJE

1. godina, 1. semestar

Obvezni kolegiji

METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

PREDNAPETI BETON

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (projektantske: 15, konstrukcijske: 15)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskog znanja o sustavima i tehnologijama prednapinjanja, prikladnim materijalima, različitosti u odnosu na armirani beton, pozadini pristupa proračunu, primjeni prednapetog betona kod različitih vrsta konstrukcija za njihovo konačno stanje ali i pri izgradnji posebnih vrsta konstrukcija,
- stjecanje teorijskog i praktičnog znanja o ostvarivanju sile prednapinjanja i njenim gubitcima, proračunu na savijanje, posmik i torziju, provjeri pukotina, progiba, unosa sile prednapinjanja, vođenju natega i oblikovanju i konstruiranju detalja.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje armiranog betona u smislu materijala i proračuna osnovnih elemenata.

Ishodi učenja kolegija:

- znanje i vještine potrebne za projektiranje prednapetih konstrukcijskih elemenata,
- znanje i sposobnost odabira čelika za prednapinjanje i betona u ovisnosti o uvjetima uporabe prednapetih elemenata konstrukcije i uvjetima agresivnog djelovanja okoliša u skladu sa suvremenim metodama i kriterijima europskih normi,
- znanje i vještine potrebne za analiziranje ponašanja i dimenzioniranje prednapetih konstrukcijskih elemenata i nosivih sustava prema graničnim stanjima nosivosti uz upotrebu suvremenih metoda i kriterija europskih normi,
- znanje i vještine potrebne za provjere graničnih stanja uporabljivosti uz upotrebu suvremenih metoda i kriterija europskih normi,
- sposobnost oblikovanja i projektiranja prednapetih konstrukcijskih elemenata.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Osnovna načela, povijesni razvoj, vrste i sustavi prednapinjanja [2]
2. Materijali, sustavi i tehnologija prednapinjanja te područje primjene [2]
3. Sila prednapinjanja, trenutni i vremenski gubitci [2]
4. Osno prednapeti elementi. Elementi izloženi savijanju (1) [2]
5. Elementi izloženi savijanju (2 i 3) [4]
6. Posmik i torzija [2]
7. Progibi i pukotine. Prijenos prednapinjanja [2]
8. Detalji i konstruktivna pravila za prednapete betonske konstrukcije [2]
9. Konzolne grede. Kontinuirane i djelomično kontinuirane grede (1) [2]
10. Kontinuirane i djelomično kontinuirane grede (2). Spregnute grede [2]
11. Prednapete ploče [2]
12. Elementi u tlaku. Kružno prednapinjanje [2]
13. Vanjsko prednapinjanje [2]

- Vježbe (auditorne):
  1. Dispozicijsko rješenje zadane konstrukcije
  2. Definiranje odgovarajućih djelovanja, faze gradnje i uporabe
  3. Rad na dispoziciji, analizi djelovanja i statičkom proračunu
  4. Kabelsko i adhezijsko prednapinjanje glavnog nosača
  5. Vođenje natega i gubici sile prednapinjanja
  6. Rad na prednapinjanju, vođenju natega i gubitcima
  7. Rad na prednapinjanju, vođenju natega i gubitcima
  8. Dimenzioniranje prednapetog nosača za granično stanje nosivosti
  9. Rad na dimenzioniranju za GSN
  10. Provjere prednapetog nosača za granično stanje uporabljivosti
  11. Provjere prednapetog nosača za granično stanje uporabljivosti
  12. Rad na provjerama za GSU
  13. Oblikovanje i konstruiranje pojedinosti, izrada plana prednapete armature za zadani nosač
  14. Rad na planu armature
  15. Predaja programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 70% oslobađaju se cijelog ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit po potrebi.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program i zalaganje na vježbama 50%, kolokviji ili pisani dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. A. Mandić, A. Kindij: *Prednapeti beton*, predavanja objavljena na webu, Zagreb, 2010./2011.

2. A.Mandić Ivanković: Prednapeti beton, objava najnovijih predavanja tijekom 2023/2024.
3. Sorić, Z., Kišiček, T.: BETONSKE KONSTRUKCIJE 1, Sveučilišni udžbenik, Građevinski fakultet, Zagreb, 2014.
4. Radić, J. i suradnici: *Betonske konstrukcije: priručnik*, Hrvatska sveučilišna naklada: Andris, Zagreb, 2006.
5. Radić, J. i suradnici: *Betonske konstrukcije: riješeni primjeri*, Hrvatska sveučilišna naklada: Andris, Zagreb, 2006.
6. Separati s vježbi objavljeni na webu

Preporučena literatura:

1. Rombach, G.: *Spannbetonbau*, Ernst & Sohn, Berlin, 2010.
2. Zilch, K.; Zehetmaier, G.: *Bemessung im konstruktiven Betonbau nach DIN 1045-1 und DIN EN 1992-1-1*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2006.
3. Sengupta, A. K.; Menon, D.: *Prestressed Concrete Structures*, Indian Institute of Technology Madras, 2006.
4. Nawy, E.: *Prestressed Concrete: A Fundamental Approach*, Pearson Education, New Jersey, 2003.
5. Menn, C.: Bruckenbau 1: Grundzüge des Brückenbaus in Stahlbeton und Spannbeton, Zürich, 1979.
6. Libby, J. R.: Modern Prestressed concrete: Design Principles and Construction Methods, Litton Educational Publishing, 1977.
7. Mehmel, A.: Vorgespannter Beton: Grundlagen der Theorie, Berechnung und Konstruktion, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1973.

MOSTOVI 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 15, konstrukcijske: 15)

Ciljevi kolegija:

- produbljivanje teorijskih znanja o kompleksnijim sustavima mostova (masivni, metalni i spregnuti mostovi),
- stjecanje praktičnih znanja o konstruiranju i proračunima mostova,
- stjecanje praktičnih znanja o dimenzioniranju konstrukcijskih elemenata masivnih, metalnih i spregnutih mostova.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- razumijevanje i sposobnost primjene proračuna betonskih i čeličnih konstrukcija,
- poznavanje osnovnih sustava mostova,
- razumijevanje i poznavanja statičkog proračuna različitih statičkih sustava.

Ishodi učenja kolegija:

- studenti imaju sposobnost konceptualnog projektiranja različitih sustava mostova (masivni, metalni i spregnuti mostovi),

- studenti imaju sposobnost sagledavanja i analiziranja različitih djelovanja na mostove rabeći suvremene europske norme,
- studenti imaju sposobnost provođenja zahtjevne analize masivnih, metalnih i spregnutih mostova,
- studenti imaju sposobnost analiziranja i dimenzioniranja pojedinih konstrukcijskih elemenata masivnih, metalnih i spregnutih mostova rabeći suvremene metode i kriterije europskih normi.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Pregled tipova mostova i odabir nosivog sustava mosta [2]
  2. Pločasti betonski mostovi [2]
  3. Rebrasti betonski mostovi [2]
  4. Sandučasti betonski mostovi [2]
  5. Okviri i razupore [2]
  6. Nadvožnjaci, mali i integralni mostovi [2]
  7. Prvi kolokvij [2]
  8. Donji ustroj mostova [2]
  9. Mostovi s punostijenim čeličnim nosačima [4]
  10. Čelične ortotropne ploče u mostovima [2]
  11. Spregnuti mostovi [4]
  12. Rešetkasti mostovi [2]
  13. Drugi kolokvij [2]
- Vježbe (auditorne):
  1. Dispozicije mostova, karakteristični elementi presjeka i uzdužnog rasporeda [2]
  2. Programski zadatak – zadani prijelaz, mogući tipovi mostova kao opcije prijelaza [3]
  3. Oblikovanje mostova betonskih rebrastih poprečnih presjeka [2]
  4. Oblikovanje mostova spregnutih poprečnih presjeka [2]
  5. Donji ustroj i oprema mosta [2]
  6. Analiza opterećenja [4]
- Vježbe (konstrukcijske):
  1. Pregled nacrta betonskog mosta [5]
  2. Pregled nacrta spregnutog mosta [5]
  3. Pregled analize opterećenja betonskog mosta [1]
  4. Pregled analize opterećenja spregnutog mosta [1]
  5. Predaja i obrana programa [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- 2 kolokvija: treba riješiti 25%; popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: studenti koji na kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 40%, kolokviji ili pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 20%.

Obvezna literatura:

1. Separati i skripte sa predavanja i vježbi, riješeni primjeri.
2. Radić, J.: *Masivni mostovi*, Hrvatska sveučilišna naklada, Andris, Zagreb, 2007.
3. Radić, J.: *Uvod u mostarstvo*, Hrvatska sveučilišna naklada, Jadring, Zagreb, 2009.
4. Horvatić, D.; Šavor, Z.: *Metalni mostovi*, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, HDGK, Zagreb, 1998.
5. Radić, J.; Mandić, A.; Puž, G.: *Konstruiranje mostova*, Hrvatska sveučilišna naklada, Jadring, Zagreb, 2005.

Preporučena literatura:

1. Ryall, M. J.; Parke, G. A. R.; Harding, J. E.: *Manual of bridge engineering*, Thomas Telford, London, 2000.
2. Wiedemann: *Brueckenbau, Stahlbeton und Spannbeton Bruecken*, Werner-Verlag, Duesseldorf, 1982.
3. Mathivat, J.: *The cantilever construction of prestressed concrete bridges*, John Wiley and Sons, New York, 1983.

METALNE KONSTRUKCIJE 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (konstrukcijske): 30

Ciljevi kolegija:

- produbljivanje osnovnog znanja iz područja projektiranja čeličnih konstrukcija sa znanjima o zahtjevnijim metodama projektiranja,
- razumijevanje i predviđanje ponašanja konstrukcijskih elemenata (kompleksno naprezan nosač, višedijelni tlačni štap, umor – dimenzioniranje, tankostijeni elementi, ploče, limeni zavareni nosači),
- proširena znanja aplicirati na konkretne projekte čeličnih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- osnove čeličnih konstrukcija (preddiplomski studij).

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati principe konceptualnog projektiranja čeličnih konstrukcija,
- analizirati djelovanja i kombinacije djelovanja za čelične konstrukcije,
- definirati i objasniti ponašanje konstrukcijskih elemenata i nosivih sustava do otkazivanja,
- dimenzionirati čelične konstrukcijske elemente rabeći suvremene metode i kriterije europskih norma.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Odlike čeličnih konstrukcija [2]
  2. Elementi izloženi savijanju i uzdužnoj sili [2]
  3. Višedijelni tlačni elementi [2]
  4. Umor - dimenzioniranje [2]
  5. Osnovne postavke teorije plastičnosti [2]
  6. Konstrukcije od tankostijenih profila [2]
  7. Projektiranje pločastih elemenata [2]
  8. Projektiranje limenih zavarenih nosača [2]
  9. Osnove postupka projektiranja [2]
  10. Djelovanja i koncept dispozicijskog rješenja [2]
  11. Sustavi prostornih konstrukcija [2]
  12. Nosivi sustavi višekatnih zgrada [2]
  13. Ekonomski parametri građenja čelikom [2]
  14. Detalji u čeličnim konstrukcijama [2]
  15. Arhitektura i čelik [2]
- Vježbe:
  1. Dimenzioniranje vlačnih štapova [2]
  2. Dimenzioniranje tlačnih štapova [2]
  3. Dimenzioniranje kompleksno naprezanih nosača [4]
  4. Dimenzioniranje višedijelnih tlačnih štapova [4]
  5. Dimenzioniranje nosača kod umora [4]
  6. Zadaci iz teorije plastičnosti [2]
  7. Dimenzioniranje tankostijenog profila [4]
  8. Dimenzioniranje limenog nosača [4]
  9. Preliminarno dimenzioniranje prostornih konstrukcija [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programskih zadataka iz 9 tematskih cjelina,
- kolokvij (popravni kolokvij za one studente koji na redovnom kolokviju nisu ostvarili barem 25% bodova ili žele popraviti ostvaren uspjeh).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programskih zadataka,
- kolokvij.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: numerički zadatak i teoretski dio (pitanja iz gradiva), za prolaznu ocjenu potrebno je minimalno 50% bodova od svakog dijela pisanog ispita,
- usmeni dio ispita.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena ispita formira se na temelju bodova prikupljenih tijekom semestra (maksimalno 50% ukupnih bodova - pohađanje nastave 8%, programi 18%, kolokvij 24%) i bodova ostvarenih na prolazno ocijenjenom pisanom i usmenom dijelu ispita (maksimalno 50% ukupnih bodova - zadatak 20%, teorija 30%). Za prolaz na ispitu potrebno je prikupiti minimalno 60% ukupnih bodova.

Obvezna literatura:

1. Skejić, D.: Skripte iz kolegija Metalne konstrukcije 2 - ak. god. 2023./2024., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
2. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Čelične konstrukcije 1*, IA Projektiranje, Zagreb, 2009.
3. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Čelične konstrukcije 2*, IA Projektiranje, Zagreb, 2008.
4. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Metalne konstrukcije 4*, IA Projektiranje, Zagreb, 2003.
5. Skejić, D.; Džeba, I.: Čelične konstrukcije - Priručnik, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Sveučilišni priručnik, Zagreb 2015.

POUZDANOST KONSTRUKCIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- obraditi temeljne pojmove teorije pouzdanosti konstrukcija,
- kvantificirati različite tipove neizvjesnosti vezane uz djelovanja, svojstva materijala, geometrijske podatke,
- naučiti metode proračuna pouzdanosti iz aspekta matematičke statistike,
- proračunavati pouzdanost jednostavnijih konstrukcijskih elemenata temeljene na određivanju vjerojatnosti otkazivanja odnosno indeksu pouzdanosti,
- probabilistički koncept pouzdanosti konstrukcija za procjenu razine ostvarene pouzdanosti koji omogućava primjenu novih nosivih sustava i novih materijala na znanstveno argumentiranim osnovama.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanja iz teorije vjerojatnosti i statistike.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati okvir unutar kojeg su razvijene konstrukcijske norme, s posebnim osvrtom na EN1990,
- kvantitativno opisati opterećenja, probabilističkim načinom, za različite okolnosti,
- procijeniti vjerojatnost otkazivanja konstrukcijskih elemenata pomoću pouzdanosti formulirane neovisno o vremenu,
- primijeniti metode pouzdanosti prvog reda i drugog reda za analizu konstrukcijskih elemenata,

- primijeniti metode simulacija, uključujući grubu metodu Monte Carlo i metodu „Importance sampling" za procjenu pouzdanosti konstrukcijskih elemenata,
- identificirati optimalne vrijednosti parcijalnih faktora za djelovanja odnosno otpornosti kako bi se postigao unaprijed određeni stupanj pouzdanosti.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Značenje inženjerstva pouzdanosti [2]
  2. Definicije i temeljni pojmovi [2]
  3. Analiza i vrednovanje oštećenja konstrukcija [2]
  4. Opasnosti u graditeljstvu i preostali rizici [2]
  5. Prepoznavanje opasnosti i planiranje mjera za njihovo otklanjanje [2]
  6. Sakupljanje i obrada podataka o konstrukcijama [2]
  7. Stohastičko modeliranje odgovora konstrukcije, djelovanja i otpornosti [2]
  8. Bazne varijable i modeli [2]
  9. Pouzdanost elementa [2]
  10. Temeljni problem funkcije graničnog stanja [2]
  11. Prošireni problem funkcije graničnog stanja [4]
  12. Sažetak FORM SORM // Izvanredne konstrukcije [2]
  13. Pouzdanost konstrukcija kod požara [2]
  14. Osnovni principi pouzdanosti u europskim normama [2]
  15. Daljnji razvoj europskih normi [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja,
- najmanje po 25% bodova na svakom od dva kolokvija na kojima se provjerava razina stečenih teorijskih i praktičnih znanja (popravni kolokviji na kraju semestra za one studente koji nisu ostvarili barem 25% bodova na jednom ili oba kolokvija ili žele popraviti uspjeh ostvaren na redovnom kolokviju).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 2 kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: teoretski dio (pitanja iz gradiva), treba riješiti 50% za prolaznu ocjenu
- usmeni dio ispita.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena ispita formira se na temelju bodova prikupljenih tijekom semestra (maksimalno 50% ukupnih bodova - pohađanje nastave 14%, kolokviji 36%) i bodova ostvarenih na prolazno ocijenjenom pisanom i usmenom dijelu ispita (maksimalno 50% ukupnih bodova). Za prolaz na ispitu potrebno je prikupiti minimalno 60% ukupnih bodova.

Obvezna literatura:

1. Skejić, D.; Lukačević, I.: Skripte iz kolegija Pouzdanost konstrukcija - ak. god. 2022./2023., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
2. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Inženjerstvo pouzdanosti 1*, IA Projektiranje, Zagreb, 2003.
3. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Metalne konstrukcije 4*, IA Projektiranje, Zagreb, 2004.
4. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Čelične konstrukcije 1*, IA Projektiranje, Zagreb, 2009.

Preporučena literatura:

1. Ditlevsen, O.; Madsen, H. O.: *Structural Reliability Methods*, Wiley, New York, 1996.
2. Miličić, V.; Peroš, B.: *Uvod u teoriju sigurnosti nosivih konstrukcija*, GF Split, Split, 2003.

Izborni kolegiji

MATEMATIKA 3.

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

STOHASTIČKI PROCESI

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

1. godina, 2. semestar

Obvezni kolegiji

BETONSKE I ZIDANE KONSTRUKCIJE 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (projektantske: 18, konstrukcijske: 12)

Ciljevi kolegija:
- proširenje teorijskih znanja o dimenzioniranju armiranobetonskih i zidanih elemenata i konstrukcija,
- proširenje praktičnih znanja o dimenzioniranju armiranobetonskih i zidanih elemenata i konstrukcija, te izradi složenijih proračuna istih.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- teorijska i praktična znanja o osnovama dimenzioniranja armiranobetonskih i zidanih elemenata i konstrukcija.

Ishodi učenja kolegija:
- studenti imaju znanje i vještine potrebne za projektiranje konstrukcijskih elemenata armiranobetonskih i zidanih konstrukcija,
- studenti imaju znanje i vještine potrebne za primjenu osnovnih principa konceptualnog projektiranja,
- studenti znaju analizirati ponašanje konstrukcijskih elemenata i nosivih sustava armiranobetonskih i zidanih konstrukcija i dimenzionirati ih prema graničnim stanjima nosivosti i uporabljivosti,
- studenti imaju sposobnost analiziranja konstrukcijskih elemenata armiranobetonskih i zidanih konstrukcija rabeći suvremene metode i kriterije europskih normi.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Konstruktivne pojedinosti zida. Zidanje [2]
  2. Zidane građevine u seizmičkim područjima. [6]
  3. Jednostavna pravila projektiranja zidanih zgrada. [2]
  4. Pojačanje zida. [2]
  5. Kolokvij broj1 iz Zidanih konstrukcija [2]
  6. Granična stanja uporabljivosti. Granična stanja naprezanja. Granična stanja pojave pukotina. Granična stanja širine pukotina. [2]
  7. Granična stanja uporabljivosti. Granično stanje progibanja. Proračunski primjer. [2]
  8. KOLOKVIJ br. 2. iz Betonskih konstrukcija. [2]
  9. Proboj. [2]
  10. Torzija armiranobetonskih presjeka. [2]
  11. Grede promjenljive visine. Spoj ploče i grede. [2]
  12. Vitki stupovi. Dvoosno savijanje. [2]

13. Zidni nosači. Zidovi. Temelji. [2]

- Vježbe:
  1. Upoznavanje s programom vježbi, zadatkom i načinom njegove izrade. Definiranje nosive konstrukcije predmetne građevine i analiza utjecaja na konstrukciju te označavanje predmetnih pozicija koje je potrebno izračunati (auditorne) [2]
  2. Proračun Fert stropa te armiranobetonske grede krovišta [2]
  3. Proračun stubišta s razradom načina armiranja [2]
  4. Predaja dijela programa. [2]
  5. Proračun armiranobetonske ploče karakterističnog kata, nosive u dva smjera. Modeliranje ploče pomoću računalnih programa. Razrada detalja armiranja stropova i spoja sa serklažima [2]
  6. Proračun greda na stropu karakterističnog kata [2]
  7. Predaja dijela programa. [2]
  8. Proračun zida na vertikalno opterećenje i horizontalno opterećenje uslijed pritiska vjetra okomito na zid [4]
  9. Predaja dijela programa [2]
  10. Proračun AB zida podruma [2]
  11. Predaja dijela programa. [2]
  12. Proračun trakastih temelja [2]
  13. Predaja programa [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti najmanje 25%; dva popravna kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: ostvareni bodovi iz kolokvija uračunavaju se u ocjenu pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 15%, pisani dio ispita (uključujući i kolokvij) 60%, usmeni dio ispita 25%.

Obvezna literatura:

1. Sorić, Z.; Kišiček, T.: *Betonske konstrukcije 2. Projektiranje betonskih konstrukcija prema europskim normama EN*, skripta Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2012.
2. Sorić, Z.; Kišiček, T.: *Betonske konstrukcije 1. Projektiranje betonskih konstrukcija prema europskim normama EN*, 324 str., Zagreb 2010., 2011.
3. Sorić, Z.: "Zidane konstrukcije", Sveučilišni udžbenik, vlastita naklada, Zagreb, 2016.
4. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (2017).
5. Hrvatske norme niza HRN EN 1996, norme za zidane konstrukcije (Eurokod 6).
6. Hrvatske norme niza HRN EN 1991, norme za opterećenja konstrukcija (Eurokod 1).
7. Hrvatske norme niza HRN EN 1992, norme za betonske konstrukcije (Eurokod 2)

METALNE KONSTRUKCIJE 3.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (konstrukcijske): 30

Ciljevi kolegija:
- praktična primjena teorije plastičnosti okvirnih čeličnih konstrukcija,
- modeliranje okvirnih sustava za analizu, razlaganje osnovnih koncepata analiza,
- razmatrane su različite metode globalnih analiza okvirnih sustava,
- produbljivanje teorijskih znanja o problemima instabiliteta i uključivanja njihovih učinaka u analizu i dimenzioniranje,
- razmatranje priključaka i njihovo modeliranje obzirom na analizu okvirnih konstrukcija,
- osnovni aspekti projektiranja samonaprežućih konstrukcija, visokih građevina i čeličnih rešetkastih kupola,
- osnove projektiranja čeličnih konstrukcija kod potresa.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnovnih postupaka plastične analize nosivih sustava,
- dimenzioniranje čeličnih konstrukcijskih elemenata,

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Metalne konstrukcije 2.

Uvjeti za polaganje ispita (programska povezanost):
- položen ispit iz kolegija: Metalne konstrukcije 2.

Ishodi učenja kolegija:
- primijeniti globalne plastične i elastične analize i odgovarajuće dimenzioniranje konstrukcijskih čeličnih elemenata,
- prepoznati instabilitete okvirnih sustava,
- objasniti uključivanje učinaka instabiliteta u analizu i dimenzioniranje okvirnih sustava,
- primijeniti osnovne principe projektiranja samonaprežućih konstrukcija i sustava visokih zgrada i kupola.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvod i značenje kolegija / Modeliranje okvirnih konstrukcija [2]
  2. Klasifikacija okvira, imperfekcije okvira i veznih sustava [2]
  3. Elastično kritično opterećenje okvira [2]
  4. Metode globalne elastične analize okvira [2]
  5. Metode globalne plastične analize okvira [2]
  6. Teorija plastičnosti kod okvirnih čeličnih konstrukcija [3]
  7. Analiza i dimenzioniranje okvirnih sustava [2]
  8. Analiza i klasifikacija priključaka [2]
  9. Međukatne konstrukcije [2]
  10. Nosivi sustavi čeličnih konstrukcija. [2]
  11. Posebni tipovi čeličnih konstrukcija (viseće i tensegrity structures) [2]

12. Nosivi sustavi čeličnih konstrukcija - preliminarno dimenzioniranje (visoke zgrade, kupole) [4]
13. Otpornost čeličnih konstrukcija kod potresa [4]

- Vježbe:
  1. Analiza projektnog zadatka [2]
  2. Izrada dispozicijskog rješenja [2]
  3. Analiza djelovanja na konstrukciju [2]
  4. Određivanje učinaka djelovanja [4]
  5. Dimenzioniranje konstrukcijskih elemenata [6]
  6. Dimenzioniranje priključaka [4]
  7. Izrada radioničkih nacrta [6]
  8. Izrada Plana osiguranja kvalitete [2]
  9. Predaja projekta [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- kolokvij (popravni kolokvij za one studente koji na redovnom kolokviju nisu ostvarili barem 25% bodova ili žele popraviti ostvaren uspjeh).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokvij

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: numerički zadatak i teoretski dio (pitanja iz gradiva), za prolaznu ocjenu potrebno je minimalno 50% bodova od svakog dijela pisanog ispita,
- usmeni dio ispita.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena ispita formira se na temelju bodova prikupljenih tijekom semestra (maksimalno 60% ukupnih bodova - pohađanje nastave 15%, program 30%, kolokvij 15%) i bodova ostvarenih na prolazno ocijenjenom pisanom i usmenom dijelu ispita (maksimalno 40% ukupnih bodova - zadatak 20%, teorija 20%). Za prolaz na ispitu potrebno je prikupiti minimalno 60% ukupnih bodova.

Obvezna literatura:

1. Skejić, D.: *Skripte iz kolegija Metalne konstrukcije 3* - ak. god. 2023./2024., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
2. Dujmović, D.; Androić, B.; Džeba, I.: *Modeliranje konstrukcija prema EC3*, IA Projektiranje, Zagreb 2004.,
3. Džeba, I.; Androić, B.; Dujmović, D.; *Metalne konstrukcije 3*, IA Projektiranje, Zagreb, 1998.,
4. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Metalne konstrukcije 4*, IA Projektiranje, Zagreb, 2003.,
5. Skejić, D.; Džeba, I.: *Čelične konstrukcije - Priručnik*, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Sveučilišni priručnik, Zagreb 2015.
6. Davies, J. M.; Brown, B. A.: *Plastic Design*, Blackwell Science, 1996.

7. MacGinley, T. J.: Steel structures - Practical design science, Spon Press - Taylor and Francis Group, London, 2002.
8. Trahair, N. S.; Bradford, M. A., Nethercot, D. A.; Gardner, L.: The Behaviour and Design of Structures to EC 3, Taylor and Francis, London, 2008.

DRVENE KONSTRUKCIJE 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (14 auditorne + 16 konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o drvenim lameliranim i prostornim konstrukcijama od lameliranog drva,
- stjecanje praktičnih znanja o postupcima dimenzioniranja nosivih elemenata drvenih konstrukcija (gredni nosači različite geometrije, trozglobni sustavi, drvene kuće, drvena krovišta, sanacije oštećenih elemenata),
- stjecanje praktičnih znanja o stabilizaciji drvenih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- teorijska znanja o ponašanju konstrukcija pod opterećenjem i drugim djelovanjima te o načinima prijenosa sila,
- razumijevanje pojmova naprezanja i deformacija te unutarnjih sila,
- praktična znanja o postupcima linearnog proračuna statički određenih i statički neodređenih štapnih konstrukcija,
- razumijevanje osnova dimenzioniranja drvenih konstrukcija,
- razumijevanje oblikovanja i proračuna detalja u drvenim konstrukcijama.

Ishodi učenja kolegija:
- spoznaje o fizikalno-mehaničkim karakteristikama lameliranog drva,
- primijeniti odgovarajuće dokaze nosivosti i uporabivosti elemenata izgrađenih od lameliranog drva,
- provjeriti nosivost ravninskih i prostornih statičkih sustava,
- primijeniti znanja o dimenzioniranju i izvedbi spojeva sa štapastim spojnim sredstvima,
- riješiti stabilizaciju drvenih konstrukcija složene geometrije,
- konstruirati drvene kuće i jednostavna krovišta,
- primijeniti osnovna znanja o drvenim mostovima,
- primijeniti osnovna znanja za sprezanje drva sa ostalim materijalima.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Drvni materijali - kontrola kvalitete. Pločasti elementi od materijala na osnovi drva. Novi materijali na osnovi drva. Kompoziti. [2]
  2. Industrijska proizvodnja tipskih lameliranih konstrukcija. [2]
  3. Lamelirani lijepljeni nosači - oblikovanje i karakteristični detalji veza. Proračun tipskih lameliranih nosača posebne geometrije. [2]

4. Lamelirani lijepljeni nosači - oblikovanje i karakteristični detalji veza. Proračun tipskih lameliranih nosača posebne geometrije. Naprezanja u zakrivljenim lameliranim nosačima kao posljedica proizvodnje. Praktične mjere ojačanja naprezane zone lameliranih nosača pri prekoračenju nosivosti na vlak okomito na vlakanca. [2]
5. Ravninski sustavi lameliranih nosača: okvirni i lučni. Prostorni sustavi. Karakteristični detalji veza lameliranih konstrukcija: oblikovanje i proračun. [2]
6. Karakteristični detalji veza lameliranih konstrukcija: oblikovanje i proračun. Zaštita, obnova i sanacija drvenih konstrukcija. [2]
7. Križno lamelirano drvo (CLT) - osnove oblikovanja i industrijska proizvodnja elemenata. Proračun elemenata od CLT-a i karakteristični detalji veza. [2]
8. Klasični i suvremeni sustavi drvenih krovišta. [2]
9. Klasični i suvremeni sustavi drvenih krovišta. Obnova i sanacije krovišta. [2]
10. Osnove projektiranja i izvođenja zgrada od drva. Industrijska proizvodnja zgrada od drva. Analize okvirnih i panelnih sustava zgrada. Karakteristični detalji veza. Građenje. [2]
11. Osnove projektiranja i izvođenja zgrada od drva. Industrijska proizvodnja zgrada od drva. Analize okvirnih i panelnih sustava zgrada. Karakteristični detalji veza. Građenje. [2]
12. Popustljivost veza u drvenim konstrukcijama. Sastavljeni nosači. [4]
13. Sprezanje drva s drvom i materijalima na bazi drva. Sprezanje drva s drugim materijalima. Prednaprezanje u drvenim konstrukcijama: Howe i Cruciano rešetkasti sustavi. Prednapinjanje. Poprečno prednapeti sustavi. [2]
14. Prostorni koncept i prostorni sustavi drvenih konstrukcija: roštiljni sustavi, hipari, složenice, mrežaste konstrukcije (svodovi, sfere). [2]

- Vježbe (projektantske):
  1. Opis zadatka. Elementi dispozicijskog rješenja konstrukcije. Način rješavanja dispozicije. [2]
  2. Modeli i način proračuna djelovanja prema EUROCODE 1 normama. Analiza opterećenja. [2]
  3. Glavna i sekundarna nosiva konstrukcija. Određivanje proračunskih kombinacija djelovanja. Izrada numeričkog (prostornog) modela nosive konstrukcije. Statički proračun nosive konstrukcije. Oblikovanje i statički proračun stabilizacijskog sustava. Provjera prostorne stabilnosti. [2]
  4. Dimenzioniranje elemenata nosive konstrukcije. [4]
  5. Osnove projektiranja i izvođenja zgrada od drva. Osvrt na aktualnu problematiku u projektiranju i izvođenju suvremenih drvenih konstrukcija. [2]
  6. Detalji veza u lameliranim drvenim konstrukcijama. Oblikovanje i proračun detalja veza. [2]
- Vježbe (konstrukcijske):
  1. Način rješavanja dispozicije. Dispozicijsko rješenje. [2]
  2. Analiza djelovanja prema EUROCODE 1 normama. [2]
  3. Izrada numeričkog (prostornog) modela nosive konstrukcije. Statički proračun nosive konstrukcije. Oblikovanje i statički proračun stabilizacijskog sustava. Provjera prostorne stabilnosti. [2]
  4. Dimenzioniranje elemenata nosive konstrukcije. [2]
  5. Detalji veza u lameliranim drvenim konstrukcijama. Oblikovanje i proračun detalja veza. Izvedbeni nacrt i nacrti detalja veza. Tehnički opis. [2]

6. Pregled i predaja programa. [2]
7. Prezentacija i obrana projektnih zadataka (programa) [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- student je dužan samostalno izraditi projektni zadatak, odnosno, program (pojedine točke programa potrebno je izraditi prema definiranoj dinamici predaje) te isti u cijelosti predati i obraniti do kraja semestra,
- student je dužan izraditi seminarski rad i javno ga obraniti,
- student je dužan ostvariti barem 25 % bodova iz svakog od dva kolokvija, uz mogućnost izlaska na oba popravna kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- ocjenjivanje kolokvija (pri čemu se student koji u prosjeku oba kolokvija ostvari 60 % od ukupnog broja bodova, a najmanje 50 % iz pojedinog kolokvija, oslobađa praktičnog dijela ispita, a na teoretski dio ispita mora pristupiti).

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni ispit, pri čemu za polaganje ispita student treba ostvariti najmanje 60 % od ukupnog broja bodova koji čine konačnu ocjenu, a ujedno u prosjeku iz praktičnog i teoretskog dijela ispita treba ostvariti najmanje 60 % od ukupnog broja bodova, odnosno, najmanje 50 % bodova iz pojedinog dijela ispita,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena programa, s najviše 30 % od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu,
- u slučaju kolokviranja, ocjena kolokvija s najviše 35 % od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu te ocjena teoretskog dijela ispita, s najviše 35 % od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu,
- ako student ne kolokvira, ocjena praktičnog i teoretskog dijela ispita, s najviše 35 % za pojedini dio ispita od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu.
- usmeni ispit, pri čemu student može potvrditi, smanjiti ili povećati prethodno stečenu ocjenu, odnosno, ne položiti ispit.

Obvezna literatura:

1. Bjelanović, A.; Rajčić, V.: *Drvene konstrukcije prema europskim normama*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2005., (II izdanje 2007.)
2. Žagar, Z.: *Drvene konstrukcije I-II/III-IV*; Pretei d.o.o, Zagreb, 2003./2001.
3. Žagar, Z.: *Drveni mostovi*; Pretei d.o.o, Zagreb, 2001.
4. Rajčić, V., Čizmar, D., Stepinac, M.: Riješeni primjeri iz drvenih konstrukcija, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2014.
5. Nastavni materijali kolegija dostupni na službenim internetskim stranicama kolegija

Preporučena literatura:

1. Crocetti, R.; Johansson, M.; Johansson, H.; Kliger, R.; Martensson, A.; Norlin, B.; Pousette, A.; Thelandersson, S.: Design of timber structures I-III; Swedish Wood, Stockholm, 2016.
2. Blass, H. J.; Sandhaas, C.: Ingenieurholzbau - Grundlagen der Memessung; KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2016.

3. Colling, F.: Holzbau - Grundlagen und Bemessun (und Beispiele) nach Eurocode 5; Springer Vieweg, Wiesbaden, 2016.
4. Herzog, T.; Nattere, J.; Schweitezer, R.; Volz, M.; Winter, W.: Holzbau Atlas; Institut fur internationale Architektur-Dokumentation GmbH, Munchen, 2003.
5. CEN: niz europskih normi *HRN EN 1995-1-1:2013+A2:2015+NA:2013* te *HRN EN 1995-1-2:2013+NA:2013*; CEN, Brussels, 2013.

TRAJNOST KONSTRUKCIJA 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (projektantske: 14; konstrukcijske: 16)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskog znanja o
  1. suvremenom projektiranju trajnosti,
  2. mehanizmima razaranja konstrukcija od različitih konstrukcija,
  3. utjecaju projektiranja, građenja i održavanja na trajnost,
  4. metodama ostvarivanja trajnosti konstrukcija od različitih materijala,
  5. upravljanju rizicima,
  6. metodologiji obnove nakon velikih razaranja,
  7. održivoj gradnji;
- stjecanje praktičnog znanja o
  1. projektiranju trajnosti novih konstrukcija,
  2. pregledima građevina, kategorizaciji oštećenja, ocjenjivanju stanja građevine.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje konstrukcija u smislu poznavanja svojstava gradiva i metoda proračuna.

Ishodi učenja kolegija:

- znanje o utjecajima na trajnost kroz projektiranje, građenje i održavanje konstrukcija,
- znanje o održavanju postojećih građevina i gospodarenju građevinama,
- vještine dokazivanje trajnosti pri projektiranju nove konstrukcije,
- znanje i vještine prikupljanja podataka o postojećim konstrukcijama u cilju njihovog ocjenjivanja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Definicije osnovnih pojmova. Suvremeni pristup trajnosti građevina. Projektiranje trajnosti [2]
  2. Mehanizmi razaranja betonskih, zidanih, metalnih i drvenih konstrukcija. Primjeri oštećenja konstrukcija [2]
  3. Utjecaj projektiranja na trajnost. Utjecaj izvođenja na trajnost [2]
  4. Utjecaj održavanja na trajnost. Gospodarenje građevinama. Ostali utjecaji na trajnost konstrukcija [2]
  5. Dijagnostika stanja i monitoring konstrukcija [2]

6. Trajnost konstrukcija i granična stanja [2]
7. 1. kolokvij
8. Ostvarenje trajnosti betonskih konstrukcija. Ostvarenje trajnosti zidanih konstrukcija [2]
9. Ostvarenje trajnosti drvenih konstrukcija. Ostvarenje trajnosti čeličnih konstrukcija [2]
10. Neuspjesi, nesreće i katastrofe. Upravljanje rizicima [2]
11. Privremene i pomoćne građevine. Metodologija obnove [2]
12. Estetski, ekološki i etički aspekti trajnosti [2]
13. Održiva gradnja [2]
14. 2. kolokvij
15. Popravni kolokvij.

- Vježbe:
  1. Pregled i ocjena stanja građevine [2]
  2. Izrada podloga za pregled građevina [2]
  3. Pregledi mostova [4]
  4. Pregledi zgrada [4]
  5. Vrste oštećenja na građevinama i grafički prikaz u programu [6]
  6. Primjeri dokaza trajnosti [2]
  7. Kategorizacija oštećenja i ocjena stanja građevine [6]
  8. Pregled i predaja programa [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada i pozitivna ocjena programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 70% oslobađaju se cijelog ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit po potrebi.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 50%, kolokviji ili pisani dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. J. Radić: *Trajnost konstrukcija I*, Hrvatska sveučilišna naklada, Jadring, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2010.

Preporučena literatura:

1. J. Radić i suradnici: *Betonske konstrukcije – Priručnik*, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, Andris, Zagreb, 2006.
2. J. Radić i suradnici: *Betonske konstrukcije – Riješeni primjeri*, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, SECON HDGK, Andris, Zagreb, 2006.
3. J. Radić i suradnici: *Zidane konstrukcije – Priručnik*, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, Andris, Zagreb, 2007.

4. J. Radić i suradnici: *Betonske konstrukcije – Građenje*, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, SECON HDGK, Andris, Zagreb, 2008.
5. J. Radić i suradnici: *Betonske konstrukcije – Sanacije*, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, SECON HDGK, Andris, Zagreb, 2008.

MONTAŽNE ARMIRANOBETONSKE KONSTRUKCIJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (projektantske: 10, konstrukcijske: 20)

Ciljevi kolegija:
- upoznavanje s predgotovljenim betonskim konstrukcijama,
- stjecanje praktičnih znanja o konstruiranju i proračunima predgotovljenih betonskih konstrukcija, konstrukcijskih elemenata te spojeva i veza,
- stjecanje praktičnih znanja o dimenzioniranju predgotovljenih betonskih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- razumijevanje i sposobnost primjene proračuna betonskih i čeličnih konstrukcija,
- poznavanje osnovnih sustava konstrukcija,
- razumijevanje i poznavanje statičkog proračuna različitih statičkih sustava.

Ishodi učenja kolegija:
- studenti imaju sposobnost konceptualnog projektiranja različitih sustava predgotovljenih betonskih konstrukcija (okvirne i kombinirane konstrukcije),
- studenti imaju sposobnost sagledavanja i analiziranja različitih djelovanja na predgotovljene betonske konstrukcije primjenom suvremenih europskih normi,
- studenti imaju sposobnost analiziranja predgotovljenih betonskih konstrukcija,
- studenti imaju sposobnost analiziranja i dimenzioniranja pojedinih konstrukcijskih elemenata, predgotovljenih betonskih konstrukcija korištenjem suvremenih metoda i kriterija europskih normi.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje – što su predgotovljene betonske konstrukcije [2]
  2. Materijal koji se upotrebljava u predgotovljenim betonskim konstrukcijama [2]
  3. Analiza predgotovljenih nosivih betonskih okvira [2]
  4. Predgotovljeni betonski stropovi [2]
  5. Predgotovljene betonske grede [2]
  6. Predgotovljeni betonski stupovi i zidovi [2]
  7. Horizontalne stropne dijafragme [2]
  8. 1. kolokvij
  9. Predgotovljene armiranobetonske grede [2]
  10. Stupovi [2]
  11. Stupovi i posmični zidovi [2]
  12. Spojevi [2]

13. 2. kolokvij
14. Priključci [2]
15. Priključci temelja i stupa, proračun temelja [2]

- Vježbe:
  1. Dispozicija i poprečni presjeci [6]
  2. Proračun - sekundarni nosač [4]
  3. Proračun i armatura - glavni nosač [4]
  4. Seizmički proračun [4]
  5. Proračun i armatura stupa [4]
  6. Proračun i armatura temelja [4]
  7. Predaja programa [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- 2 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: ostvareni bodovi iz kolokvija uračunavaju se u ocjenu pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 30%, kolokviji ili pisani dio ispita 60%, usmeni dio ispita 40%.

Obvezna literatura:

1. Separati s predavanja i auditornih vježbi
2. Sorić, Z., Kišiček, T.: "Betonske konstrukcije 1", Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Sveučilišni udžbenik, Zagreb, 2014.
3. Sorić, Z., Kišiček, T.: "Betonske konstrukcije 2", Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Sveučilišni udžbenik, Zagreb, 2018.

Preporučena literatura:

1. Elliott, K. S.: *Precast concrete structures*, Butternwoorth-Heineman, 2002.

2. godina, 3. semestar

Obvezni kolegiji

BETONSKE KONSTRUKCIJE 3.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 8, projektantske: 22)

Ciljevi kolegija:
- proširenje teorijskih znanja o dimenzioniranju i projektiranju armiranobetonskih konstrukcija,
- proširenje praktičnih znanja o dimenzioniranju i projektiranju armiranobetonskih konstrukcija, te izradi složenijih proračuna istih,
- stjecanje znanja o projektiranju armiranobetonskih konstrukcija u seizmičkim područjima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- teorijska i praktična znanja o dimenzioniranju armiranobetonskih elemenata i konstrukcija

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Montažne armiranobetonske konstrukcije, Betonske i zidane konstrukcije 2.

Uvjeti za polaganje ispita (programska povezanost):
- položen ispit iz kolegija: Montažne armiranobetonske konstrukcije, Betonske i zidane konstrukcije 2.

Ishodi učenja kolegija:
- studenti imaju znanje i vještine potrebne za projektiranje konstrukcijskih elemenata složenih (inženjerskih) armiranobetonskih konstrukcija i za primjenu osnovnih principa konceptualnog projektiranja,
- studenti znaju analizirati ponašanje konstrukcijskih elemenata i nosivih sustava složenih (inženjerskih) armiranobetonskih konstrukcija i dimenzionirati ih prema graničnim stanjima nosivosti i uporabljivosti,
- studenti imaju sposobnost analiziranja konstrukcijskih elemenata složenih (inženjerskih) armiranobetonskih konstrukcija rabeći suvremene metode i kriterije europskih normi,
- studenti imaju znanje i vještinu projektiranja konstrukcijskih elemenata složenih (inženjerskih) armiranobetonskih konstrukcija.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Ovijenost, duktilnost, određivanje (M-1/r) dijagrama pravokutnog poprečnog presjeka, balansirani slom [2]

2. M-1/r dijagram – primjer, Djelomično opterećene površine armiranobetonskih elemenata, posmik na spojnoj površini dvaju betona koji su izvedeni u različito vrijeme, izmjena parcijalnih koeficijenata za materijale [2]
3. Betonske konstrukcije u seizmičkim područjima - Odredbe proračuna i armiranja za armiranobetonske grede, stupove i zidove prema europskoj normi EN 1998-1 [10]
4. Dimenzioniranje vitkih stupova [2]
5. Kolokvij [2]
6. Tlačni elementi s dvoosnom ekscentričnošću [2]
7. Tlačni elementi s dvoosnom ekscentričnošću i vitki stupovi - primjeri proračuna [2]
8. Osnove uporabe nemetalne armature u novim betonskim konstrukcijama [2]
9. FRP – kao materijal za pojačavanje i armiranje konstrukcija [4]
10. Konstrukcije od lakoagregatnog betona, nearmirane i slabo armirane betonske konstrukcije. [2]

- Vježbe:
    1. Podjela zadataka studentima. Definiranje nosive konstrukcije predmetne građevine. Izrada 3D modela konstrukcije [2]
    2. Izrada 3D modela konstrukcije [2]
    3. Izrada izvještaja za 3D model konstrukcije [2]
    4. Definiranje opterećenja konstrukcije i proračun konstrukcije [4]
    5. Izrada izvještaja za opterećenja na konstrukciju [2]
    6. Obrada rezultata proračuna [2]
    7. Izrada izvještaja o rezultatim proračuna [2]
    8. Proračun zida i dijela okvira [6]
    9. Planovi armature zida i okvira [8]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- 1 kolokvij: na kolokviju treba riješiti najmanje 25%; kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokvij (kolokvij ima udio od 30% u konačnoj ocjeni).

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 30%, kolokvij 30%, pisani dio ispita 40%.

Obvezna literatura:

1. Sorić, Z.; Kišiček, T.: *Betonske konstrukcije 1. Projektiranje betonskih konstrukcija prema europskim normama EN*, 324 str., Zagreb 2010., 2011.
2. Sorić, Z.; Kišiček, T.: *Betonske konstrukcije 2. Projektiranje betonskih konstrukcija prema europskim normama EN*, skripta Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2012.

3. Sorić, Z., Pičulin, S., Zamolo, M., Kišiček, T.,(Jure Radić i suradnici.): Osnove proračuna, V poglavlje u knjizi BETONSKE KONSTRUKCIJE, PRIRUČNIK. Sveučilišni udžbenik,Zagreb, 2006. g. ISBN 953-169-126-6, Str. 399-663, Urednik: Čandrlić, V.
4. Sorić, Z., Kišiček, T., Galić J.,(Jure Radić i suradnici.): poglavlje u knjizi BETONSKE KONSTRUKCIJE, RIJEŠENI PRIMJERI, III. Konstrukcijski elementi, str. 139-390, Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu. 2006. g. Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, SECON HDGK, ANDRIS. Urednik: Čandrlić, V.
5. Tomičić, I.: Betonske konstrukcije, Društvo Hrvatskih građevinskih konstruktora, Zagreb, 1996.
6. Tomičić, I.: Priručnik za proračun armiranobetonskih konstrukcija, Društvo Hrvatskih građevinskih konstruktora, Zagreb, 1996.
7. Materijali za vježbe postavljeni na web stranici kolegija.

MOSTOVI 3.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (projektantske: 15, konstrukcijske: 15)

Ciljevi kolegija:

- produbljivanje teorijskih znanja o konstrukcijskom oblikovanju, proračunu i građenju kompleksnijih sustava mostova (lučni, ovješeni i viseći mostovi),
- stjecanje znanja o gospodarenju i održavanju i popravcima mostova,
- stjecanje osnovnog teorijskog znanja o estetici mostova te njena primjena na različite nosive sustave,
- stjecanje praktičnih znanja o proračunima i modeliranju spregnutih i prednapetih mostova koristeći računalne programe,
- stjecanje praktičnih znanja o dimenzioniranju konstrukcijskih elemenata spregnutih i prednapetih mostova koristeći računalne programe.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- usvojena znanja o analizi djelovanja i dimenzioniranju konstrukcijskih elemenata masivnih, metalnih i spregnutih mostova,
- usvojeno znanje i vještina projektiranja prednapetih konstrukcijskih elemenata,
- usvojena osnovna znanja o degradacijskim procesima u konstrukcijama, održavanju postojećih i novih građevina te dokazivanje trajnosti konstrukcije.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Mostovi 2., Prednapeti beton.

Uvjeti za polaganje ispita (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Trajnost konstrukcija 1., Metalne konstrukcije 2.

Ishodi učenja kolegija:

- studenti su upoznati s različitim metodama održavanja mostova te elementima sustava gospodarenja mostova,

- studenti imaju praktično znanje o različitim uzrocima oštećenja pojedinih konstrukcijskih elemenata mostova s razrađenom metodom popravaka i sanacija,
- studenti imaju osnovno znanje o dijagnostici, monitoringu, ocjenjivanja i kategorizacija stanja mostova te o različitim metodama proračuna preostalog životnog vijeka konstrukcija,
- studenti imaju znanje i vještine potrebne za estetsko oblikovanje mostova ovisno o nosivoj strukturi i namjeni mosta,
- studenti imaju znanje i sposobnost odabira i oblikovanja odgovarajućeg nosivog sustava mosta u ovisnosti o geometrijskim i rubnim uvjetima u skladu sa europskim normama i estetskim kriterijima,
- studenti stječu dodatno znanje o djelovanju potresa na mostove kao i o primjeni suvremenih materijala i struktura u mostarstvu.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvodno o kolegiju: Normativni okvir za lučne, ovješene i viseće mostove [2]
2. Lučni mostovi. [4]
3. Ovješeni mostovi [4]
4. Viseći mostovi. [2]
5. Estetika mostova. [2]
6. 1. kolokvij
7. Sustav gospodarenja mostovima. [2]
8. Ocjenjivanje i predviđanje stanja mostova. [2]
9. Radovi održavanja. BIM za mostove [2]
10. Integrirani pristup projektiranju mostova. [2]
11. Svjetski i hrvatski dometi u mostogradnji. [2]
12. 2. kolokvij
13. Popravni kolokvij

- Vježbe:

1. Uvod u Sofistik, dijelovi programa, načini unosa podataka, vrste elemenata, dijelovi modela, definiranje materijala i poprečnih presjeka [2]
2. Definiranje geometrije modela i rubnih uvjeta [2]
3. Pregled izrađenog modela [2]
4. Definiranje djelovanja, zadavanje stalnih opterećenja, zadavanje sustava prednapinjanja, modeliranje faza izvedbe [2]
5. Zadavanje dodatnih opterećenja – promet, vjetar, temperatura, potres [2]
6. Pregled unosa djelovanja [2]
7. Analiza rezultata proračuna, definiranje kombinacija opterećenja za GSN i GSU, odabir ispisa za dimenzioniranje [2]
8. Pregled unosa djelovanja [2]
9. Odabir dispozicije ležajeva, dimenzioniranje ležajeva i prijelaznih naprava [2]
10. Pregled rezultata opterećenog modela [2]
11. Dimenzioniranje GSN – raspored materijala za čelični nosač, provjera stabilnosti, proračun armature nosača, ploče i stupova [2]
12. Pregled odabira ležajeva i prijelaznih naprava [2]
13. Dimenzioniranje GSU – provjera naprezanja, rastlačenja i pukotina Pregled odabira ležajeva i prijelaznih naprava [2]
14. Pregled dimenzioniranja [2]

15. Predaja i obrana programa. [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita; ; studenti koji na svakom kolokviju riješe 70 % oslobađaju se pisanog i usmenog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokvij ili pisani i usmeni ispit 50 %, program 50 %

Obvezna literatura:

1. Bleiziffer, J., Kušter Marić, M.: Mostovi 3 – predavanja objavljena u Merlinu, Zagreb, objava najnovijih predavanja tijekom 2023./2024.
2. Vlašić, A., Srbić, M., Kušter Marić, M.: Mostovi 3 – separati za vježbe objavljeni na webu, Zagreb, objava najnovijih separata tijekom 2023./2024.
3. Radić, J. i suradnici: *Betonske konstrukcije – sanacije*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2010.
4. Radić, J. i suradnici: *Betonske konstrukcije – priručnik*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2006.
5. Radić, J.: *Masivni mostovi*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007.
6. Radić, J.; Mandić, A.; Puž, G.: *Konstruiranje mostova*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2005.

DINAMIKA KONSTRUKCIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne:7, na računalima: 5, projektantske: 3)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o ponašanju konstrukcija pod dinamičkim opterećenjem,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o postupcima dinamičkih proračuna,
- lakše tumačenje odredbi iz propisa o seizmičkim opterećenjima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa (uključujući obične diferencijalne jednadžbe) te linearne algebre,
- poznavanje postupaka statičkog linearnog proračuna štapnih konstrukcija,
- poznavanje osnova kinematike jednostavnih statičkih sustava,

- poznavanje dinamike materijalne točke.

Ishodi učenja kolegija:

- primijeniti principe dinamike konstrukcija,
- sprovesti postupke proračuna dinamički opterećenih konstrukcija,
- analizirati rezultate dinamičkog proračuna konstrukcija,
- pratiti znanstvenu i stručnu literaturu iz područja dinamike konstrukcija.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvodni primjeri [2]
2. Sustav s jednim stupnjem slobode bez prigušenja [2]
3. Sustav s jednim stupnjem slobode s prigušenjem [2]
4. Sustav s jednim stupnjem slobode: harmonijska pobuda [2]
5. Sustav s jednim stupnjem slobode: Duhamelov integral [2]
6. Pojam spektra odziva [2]
7. Odziv linearnog sustava na pobudu potresom [2]
8. Odziv elastoplastičnog sustava na pobudu potresom [2]
9. Poopćeni sustav s jednim stupnjem slobode: Rayleighijev kvocijent [2]
10. Sustav s više stupnjeva slobode: formulacija problema [2]
11. Sustav s više stupnjeva slobode: statička kondenzacija [2]
12. Sustav s više stupnjeva slobode bez prigušenja i s prigušenjem [2]
13. Sustav s više stupnjeva slobode: harmonijska pobuda [2]
14. Prigušenje u građevinskim konstrukcijama [2]
15. Odziv linearnog sustava s više stupnjeva slobode na pobudu potresom i primjena spektra odziva na sustav s više stupnjeva slobode [2]

- Vježbe:

1. Definiranje stupnjeva slobode u dinamici (statički i dinamički stupnjevi slobode sustava). [1]
2. Određivanje krutosti i fleksibilnosti statičkih sustava. Statička kondenzacija. Raspodjela mase statičkih sustava. [1]
3. Sustav s jednim stupnjem slobode sa i bez prigušenja: slobodno titranje (analitičko i numeričko rješenje) [2]
4. Sustav s jednim stupnjem slobode: prigušeno i neprigušeno titranje [2]
5. Odziv linearnog sustava s jednim stupnjem slobode na pobudu potresom i primjena spektra odziva [2]
6. Sustav s više stupnjeva slobode bez prigušenja: formulacija problema i modalna analiza [2]
7. Sustav s više stupnjeva slobode: numerički primjeri [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 1 kolokvij: treba riješiti minimalno 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji studenti koji na kolokviju riješe minimalno 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokviji ili pisani dio ispita 50%, usmeni dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. Lazarević, D., Šavor Novak, M., Uroš, M., Dinamika konstrukcija s uvodom u potresno inženjerstvo, skripta, GF, Zagreb, 2018.

Preporučena literatura:

1. Chopra, A.: *Dynamics of Structures, Theory and Application to Earthquake Engineering*, 3rd Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2007.
2. Mihanović, A.: *Dinamika konstrukcija*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 1995.
3. Čaušević, M.: *Dinamika konstrukcija, diskretni sustavi*, Školska knjiga, Zagreb, 2005.

Izborni kolegiji

STABILNOST KONSTRUKCIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (konstrukcijske): 15

Ciljevi kolegija:

- obrada koncepata stabilne elastične ravnoteže i kriterija za elastičnu stabilnost,
- objašnjenje energetskih i numeričkih metoda za procjenjivanje kritičnih opterećenja,
- razmatranje učinaka geometrijskih i strukturalnih imperfekcija na procjenu otpornosti na izvijanje stupova, nosača, stupova-nosača te izbočavanje pločastih konstrukcijskih elemenata kao i ljusaka.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje metoda proračunavanja učinaka djelovanja (momenata savijanja, unutarnjih sila) nosivih sustava.

Ishodi učenja kolegija:

- izračunati kritična opterećenja egzaktno ili približno pomoću energetskih metoda konstrukcijskih elemenata i jednostavnih okvirnih sustava,
- objasniti učinke plastičnosti materijala i geometrijskih i strukturalnih imperfekcija na otpornost na izvijanje konstrukcijskih elemenata,
- analizirati geometrijski savršene i nesavršene sustave za stabilnost konstrukcija, (prijedlog promjene: analizirati stabilnost geometrijski savršenih i nesavršenih sustava),
- prepoznati razlike između linearne i nelinearne analize izvijanja,
- objasniti pojavu postkritičnog ponašanja,
- primijeniti metode analize osnovnih konstrukcijskih elemenata i sustava koji su podložni instabilitetu.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Pojmovi stabilne i nestabilne elastične ravnoteže [2]

2. Općeniti kriteriji za elastičnu stabilnost [2]
3. Oblici elastičnih instabiliteta [2]
4. Opće metode za procjenjivanje kritičnih opterećenja [2]
5. Iterativne metode za rješavanje problema stabilnosti [2]
6. Utjecaj imperfekcija na stabilnost konstrukcijskih elemenata i sustava [2]
7. Stabilnost realnih konstrukcijskih elemenata [2]
8. Stabilnost kompleksno naprezanih konstrukcijskih elemenata [2]
9. Stabilnost realnih okvirnih sustava [2]
10. Stabilnost neprizmatičnih elemenata i komponenata [2]
11. Stabilnost realnih pločastih elemenata [2]
12. Problemi stabilnosti sustava kod otvaranja plastičnih zglobova [2]
13. Stabilnost u europskoj normi i primjena računalnih programa [2]
14. Posebni problemi stabilnosti konstrukcija [2]
15. Analiza stabilnosti ljusaka i lukova [2]

- Vježbe:

1. Numerički primjer [6]
   Proračun kritičnog opterećenja i odgovarajućeg moda izvijanja
   a) Egzaktno
   b) Raleigh-eva metoda
   c) Rayleigh-Ritz-ova metoda
   d) Galerkin-ova metoda
   e) Vianello-Newmark-ova metoda
2. Numerički primjer [7]
   Proračun kritičnog opterećenja i odgovarajućeg moda izvijanja okvira
   a) Egzaktan proračun vrijednosti kritičnog opterećenja
      a1) Bočni pomak je spriječen
      a2) Bočni pomak nije spriječen
   b) Približan proračun vrijednosti kritičnog opterećenja konačnim elementima
      b1) Bočni pomak je spriječen
      b2) Bočni pomak nije spriječen
3. Numerički primjer [2]
   Proračun kritičnog napona pravokutne ploče u tlaku pomoću Rayleigh-Ritz-ove metode

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada tri programska zadataka,
- 1 kolokvij; popravni kolokvij. Najmanje 25% bodova na kolokviju na kojima se provjerava razina stečenih teorijskih znanja (popravni kolokvij na kraju semestra za one studente koji nisu ostvarili barem 25% bodova na kolokviju ili žele popraviti uspjeh ostvaren na redovnom kolokviju).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programskih zadataka,
- kolokvij: treba riješiti 25%.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: teorijski dio (pitanja iz gradiva), treba riješiti 50% za prolaznu ocjenu
- usmeni dio ispita.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena ispita formira se na temelju bodova prikupljenih tijekom semestra (maksimalno 50% ukupnih bodova - pohađanje nastave 15%, programi 15%, kolokvij 20%) i bodova ostvarenih na prolazno ocijenjenom pisanom i usmenom dijelu ispita (maksimalno 50% ukupnih bodova). Za prolaz na ispitu potrebno je prikupiti minimalno 60% ukupnih bodova.

Obvezna literatura:

1. Čaušević, M.: *Statika i stabilnost konstrukcija*, Građevinski fakultet Rijeka, Rijeka, 2004.
2. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Čelične konstrukcije 1*, IA Projektiranje, Zagreb, 2009.
3. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Čelične konstrukcije 2*, IA Projektiranje, Zagreb, 2008.
4. Dujmović, D.; Androić, B.; Džeba, I.: *Modeliranje konstrukcija prema EC3*, IA Projektiranje, Zagreb, 2003.
5. Lukačević, I.: Skripte iz kolegija Stabilnost konstrukcija, - ak. god. 2022./2023., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Preporučena literatura:

1. Galambos, T. V.; Surovek, A. E.: *Structural Stability of Steel*, John Wiley and Sons, 2008.
2. Galambos, T. V. (ed.): *Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures*, John Wiley and Sons, 1998.
3. Beg, D.; Kuhlmann, U.; Davaine, L.; Braun, B.: *Design of Plated Structures*, Ernst und Sohn, Berlin, 2011.

TRAJNOST KONSTRUKCIJA 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskog znanja o
  1. suvremenom implicitnom i eksplicitnom projektiranju trajnosti,
  2. ostvarivanju robusnosti konstrukcija,
  3. ocjenjivanju postojećih konstrukcija,
  4. modeliranju armiranobetonskih konstrukcija za numeričko modeliranje djelovanja korozije,
  5. o učincima i obuhvaćanju izvanrednih djelovanja na konstrukcije kao što su potres, požar, udari,
  6. o različitim metodama i tehnologijama popravaka i ojačanja konstrukcija s naglaskom na ojačanja polimerima armiranim vlaknima i vanjskim prednapinjanjem;
- stjecanje praktičnog znanja o projektiranju trajnosti novih i ocjenjivanju postojećih konstrukcija te metodama ojačanja polimerima armiranim vlaknima i vanjskim prednapinjanjem.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih pojmova i načela za postizanje trajnosti konstrukcija,
- poznavanje implicitnog projektiranja trajnosti za uobičajene građevine za vijek trajanja od 50 godina,
- poznavanje proračuna konstrukcija od armiranog i prednapetog betona.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Trajnost konstrukcija 1.

Uvjeti za polaganje ispita (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Trajnost konstrukcija 1.

Ishodi učenja kolegija:

- znanje o održavanju postojećih građevina i gospodarenju građevinama,
- znanje o numeričkom modeliranju djelovanja korozije na AB konstrukcije,
- sposobnost dokazivanja trajnosti pri projektiranju nove konstrukcije u skladu sa suvremenim europskim normama,
- znanje i vještine prikupljanja podataka o postojećim konstrukcijama u cilju njihovog ocjenjivanja,
- sposobnost ocjenjivanja postojećih konstrukcija u skladu sa suvremenim poimanjem pouzdanosti konstrukcija,
- vještine dokazivanje nosivosti i uporabljivosti postojećih konstrukcija.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Suvremeni pristup trajnosti građevina kroz projektiranje, građenje i održavanje [2]
2. Implicitno i eksplicitno projektiranje trajnosti, teorija i primjeri [2]
3. Robusnost građevina [2]
4. Ocjenjivanje postojećih konstrukcija – Uvodno. Prikupljanje podataka o konstrukciji. Metode proračuna postojećih konstrukcija i postupci dokazivanja pouzdanosti [2]
5. Ocjenjivanje postojećih konstrukcija – Postupci ocjenjivanja postojećih konstrukcija, razredi i razine ocjenjivanja [2]
6. Ocjenjivanje postojećih konstrukcija – Dodatno o ispitivanjima konstrukcija [2]
7. Ocjenjivanje postojećih konstrukcija – Primjeri [4]
8. Kompjutorsko modeliranje armiranobetonskih konstrukcija – Linearna i nelinearna analiza. Osnove mehanike loma. Mikroravninski model [2]
9. Numeričko modeliranje djelovanja korozije u armiranobetonskim konstrukcijama [2]
10. Općenito o potresu. Propisi i norme. Ocjenjivanje postojećih konstrukcija na potresno djelovanje [2]
11. Zaštitne ograde na cestama i mostovima. Udar u stup nadvožnjaka [2]
12. Općenito o požaru. Proračun zgrade na požarno djelovanje [2]
13. Popravci i ojačanja [2]
14. Ojačanja polimerima armiranim vlaknima i vanjskim prednapinjanjem [2]

- Vježbe:

1. Uvod u tematiku kolegija i način izvođenja vježbi putem studentskih seminara. [1]
2. Razmatranje i odabir tema seminara. [1]
3. Proračunski primjeri dokazivanja trajnosti pri projektiranju nove konstrukcije [2]
4. Proračunski primjeri ocjenjivanja postojeće konstrukcije [3]
5. 1. kolokvij

6. Prezentacije seminara [6]
7. 2. kolokvij

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada i pozitivna prezentacija seminara,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje seminara i prezentacije,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 70% oslobađaju se cijelog ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit po potrebi.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminar, prezentacija seminara i zalaganje na vježbama 50%, kolokviji ili pisani dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. J. Radić i suradnici: *Betonske konstrukcije – Sanacije*, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, SECON HDGK, Andris, Zagreb, 2008.
2. J. Radić: *Trajnost konstrukcija I*, Hrvatska sveučilišna naklada, Jadring, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2010.
3. Mandić, A.: Trajnost konstrukcija 2 – predavanja objavljena na webu, Zagreb, objava prvih predavanja 2010./2011., objava najnovijih predavanja tijekom 2023/2024.
4. Separati za vježbe

Preporučena literatura:

1. Rombach, G.: *Spannbetonbau*, Ernst & Sohn, Berlin, 2010.
2. J. Radić i suradnici: *Betonske konstrukcije – Priručnik*, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, Andris, Zagreb, 2006.
3. J. Radić i suradnici: *Betonske konstrukcije – Riješeni primjeri*, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, SECON HDGK, Andris, Zagreb, 2006.
4. J. Radić i suradnici: *Zidane konstrukcije – Priručnik*, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, Andris, Zagreb, 2007.
5. J. Radić i suradnici: *Betonske konstrukcije – Građenje*, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, SECON HDGK, Andris, Zagreb, 2008.
6. Vollrath, F.; Tathoff, H.: *Handbuch der Brücken – Instandhaltung*, Verlag Bau+Technick GmbH, Düsseldorf 2002.
7. Demetrios E. Tonias, Jim J. Zhao: *Bridge Engineering: Design, Rehabilitation and Maintenance of Modern Highway Bridges*, McGraw-Hill Companies 2007.
8. *Management of bridges/Gestion des ponts*, Highway agency-Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes-Transport Research Laboratory-Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Thomas Telford, 2005

9. *Protection of structures against hazards*, Proceedings of the 3rd International Conference organized by CI-Premier Conference Organisation, Venice, Italy, 28-29 September 2006, Ed.: C. Majorana, V. Salamoni, T. S. Lok
10. Rücker, W., Hille, F., Rohrmann, R. : F08a - Guideline for the Assessment of Existing Structures, SAMCO Final Report 2006, Federal Institute of Materials Research and Testing (BAM), Division VII.2 Buildings and Structures, Berlin, Germany
11. Durability and Maintenance of Concrete Structures, Proceedings of the International Symposium organized by CSSE and ASCCT, Dubrovnik, Croatia, Oct 21-23, 2004, Ed.: J. Radić, SECON HDGK, 2004.

VISOKE GRAĐEVINE

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 15 (projektantske: 7, konstrukcijske: 8)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o konstrukcijskim sustavima visokih zgrada,
- stjecanje općih znanja o arhitekturi i opremi visokih zgrada,
- stjecanje praktičnih znanja o projektiranju konstrukcije zgrade od čeličnih i/ili betonskih elemenata.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje tehničke mehanike: statike i dinamike konstrukcija,
- poznavanje osnova projektiranja betonskih i čeličnih konstrukcija.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Betonske i zidane konstrukcije 2., Metalne konstrukcije 3.

Uvjeti za polaganje ispita (programska povezanost):
- položen ispit iz kolegija: Betonske i zidane konstrukcije 2., Metalne konstrukcije 3.

Ishodi učenja kolegija:
- prepoznati konstruktivne sustave visokih građevina u izvedbi od betona i/ili čelika,
- prepoznati zahtjeve namjene, lokacije, sigurnosti, posebnih arhitektonskih značajki i ostale uvjete koji utječu na projekt konstrukcije visoke građevine,
- objasniti način prijenosa horizontalnih i vertikalnih djelovanja na nosivu strukturu visokih građevina, s naglaskom na djelovanja od vjetra i potresa,
- primijeniti ranije stečeno znanje iz betonskih i čeličnih konstrukcija na praktičnim primjerima složenih konstrukcija visokih zgrada,
- nacrtati i izračunati približnim metodama konstruktivni sustav zgrade prema zadanoj arhitektonskoj zamisli.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:

1. Povijesni pregled i primjeri izvedenih izuzetnih visokih građevina [2]
2. Konstrukcijski sustavi i konstrukcijsko ponašanje visokih zgrada [2]
3. Projektni zahtjevi, vertikalna djelovanja, djelovanje vjetra [2]
4. Osobitosti potresnog i požarnog projektiranja betonskih visokih zgrada [2]
5. Osobitosti potresnog i požarnog projektiranja čeličnih visokih zgrada [2]
6. Okvirne konstrukcije visokih zgrada izvedene u betonu [2]
7. 1. kolokvij [2]
8. Okvirne konstrukcije visokih zgrada izvedene u čeliku [2]
9. Posmični zidovi [2]
10. Cijevni sustavi [2]
11. Posebni, složeni i mješoviti sustavi [2]
12. Međukatne konstrukcije [2]
13. Numeričko modeliranje betonskih sustava visokih zgrada. [2]
14. Numeričko modeliranje čeličnih i spregnutih sustava visokih zgrada [2]
15. 2. kolokvij [2]

- Vježbe:

1. Upoznavanje sa programom, Dispozicija visoke građevine, Tehnički opis, Preliminarno dimenzioniranje elemenata, Analiza opterećenja I (stalno, uporabno, snijeg, vjetar, imperfekcije) [1]
2. Analiza opterećenja [2]
3. Pregled dispozicije i analize opterećenje [2]
4. Proračun stabilnosti zgrade [3]
5. Kontrola naprezanja [2]
6. Dimenzioniranje konstruktivnih elemenata [5]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 10%, kolokviji ili pisani dio ispita 50-60%, usmeni dio ispita 30-40%.

Obvezna literatura:

1. Vlašić, A.; Puž, G.; Skokandić, D.: Skripta iz kolegija Visoke građevine, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2018.
2. Vlašić, A.; Lukačević, I.: Separati sa predavanja i vježbi, 2022.-2023.

Preporučena literatura:

1. Stafford Smith, B.; Coull, A.: Tall Building Structures, Analysis and Design, John Wiley & Sons, 1991.

2. Bungale S. Taranath: Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, CRC Press Taylor & Francis Group, 2010.
3. Bungale S. Taranath: Structural analysis and design of tall buildings - Steel and composite construction, CRC Press Taylor & Francis Group, 2012.

ISPITIVANJE KONSTRUKCIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (laboratorijske): 15

Ciljevi kolegija:
- produbljivanje teorijskih i praktičnih znanja o ponašanju konstrukcija pod realnim djelovanjima opterećenja,
- upoznavanje sa suvremenom mjernom opremom i metodama u području ispitivanja građevinskih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje postupaka za određivanje sila u konstrukcijama,
- poznavanje proračuna naprezanja i deformacija uslijed djelovanja uzdužnih i poprečnih sila, momenta torzije i momenta savijanja,
- poznavanje osnovnih postupaka za analizu i dimenzioniranje konstrukcija (betonskih, metalnih, drvenih).

Ishodi učenja kolegija:
- analiziranje ponašanja konstrukcijskih elemenata i nosivih sustava na temelju provedenih ispitivanja,
- razumijevanje ponašanja konstrukcija pri statičkom i dinamičkom djelovanju opterećenja, utjecajima okoline i reološkim promjenama u materijalu,
- odabir i primjena opreme, postupaka i metoda kod ispitivanja konstrukcija,
- planiranje postupaka za dokazivanje sigurnosti konstrukcija,
- ocjena stanja konstrukcija i konstruktivnih elemenata temeljenih na provedenim ispitivanjima,
- dokazivanje sposobnosti konstrukcija i konstruktivnih elemenata za preuzimanje predviđenih opterećenja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvod. Svrha ispitivanja konstrukcija. Klasifikacija ispitivanja. Znanstveno-istraživačka. Kontrolna. Laboratorijska. Statička i dinamička. Kratkotrajna i dugotrajna [2]
  2. Mehaničke i geometrijske veličine koje se mjere pri ispitivanju konstrukcija. Apsolutni pomak točke konstrukcije. Promjena razmaka točaka konstrukcije (deformacija). Kut zaokreta. Zakrivljenost. Relativne deformacije [2]
  3. Mjerenje mehaničkih i geometrijskih veličina. Elementi pribora. Uvećanje. Točnost. Pouzdanost. Histereza. Osjetljivost. Područje mjerenja [2]

4. Mjerenje mehaničkih i geometrijskih veličina. Pribor za mjerenje: pomaka, promjene dužine (tenzometri), promjene kuta, promjene zakrivljenosti. Baždarenje pribora [2]
5. Tenzometrija. Podjela tipova tenzometara: mehanički, optičko-mehanički, optički, akustički, električki [2]
6. Elektrootporni tenzometri (EOT). Tipovi. Način postavljanja i priključivanja. Sklopovi mjernih instrumenata. Izrada pomoćnih uređaja za mjerenje pomaka, ubrzanja, sila pritiska i sl. [2]
7. Analiza ravninskog stanja naprezanja mjerenjem deformacija. Jednoosno stanje naprezanja. Dvoosno stanje naprezanja. Dvoosno stanje naprezanja s poznatim glavnim smjerovima naprezanja. Opće dvoosno stanje naprezanja. Rozete. Troosno stanje deformacija i naprezanja [2]
8. Metode analize stanja deformacija i naprezanja konstrukcija i njihovih elemenata. Fotoelasticimetrija. Metoda Moire. Postupak s krhkim lakovima [2]
9. Metode analize stanja deformacija i naprezanja konstrukcija i njihovih elemenata. Holografske metode. Geodetska mjerenja. Modeliranje [2]
10. Postupci provjere materijala i karakteristike ispitivane konstrukcije. Vađenje jezgri. Ultrazvuk. Sklerometar. Radiografsko snimanje [2]
11. Statičko ispitivanje konstrukcija. Projekt. Izvođenje [2]
12. Statičko ispitivanje konstrukcija. Način opterećenja. Ocjena rezultata. Normativi i uvjeti valjanosti konstrukcije [2]
13. Dinamičko ispitivanje. Projekt. Izvođenje. Način opterećenja i veličine koje se mjere [2]
14. Dinamičko ispitivanje. Dinamički parametri konstrukcija. Ocjena rezultata mjerenja [2]

- Vježbe (laboratorijske):
  1. Prikaz i opis instrumenata za statička i dinamička ispitivanja [1]
  2. Mjerenje iste veličine prijenosnim komparatorom (određivanje točnosti instrumenta). Baždarenje doze za mjerenje sile (određivanje konstante instrumenta). Baždarenje induktivnog osjetila (LVDT) za mjerenje pomaka (određivanje konstante instrumenta) [3]
  3. Mjerenje deformacija i progiba na modelu rešetke i stijene s otvorima (modeli od pleksiglasa) [2]
  4. Metoda fotoelastičnosti [2]
  5. Prikaz i opis instrumenata za statička i dinamička ispitivanja. [2]
  6. Određivanje dinamičkih parametara (vlastitih frekvencija, koeficijenata prigušenja i modalnih oblika) na modelima i konstrukcijama. [2]
  7. Opis i prikaz primjera ispitivanja konstrukcija u Laboratoriju te obrada i analiza podataka. [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada seminarskog rada.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje seminarskog rada.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminarski rad 20%, pisani dio ispita 50%, usmeni dio ispita 30%.

Obvezna literatura:

1. D. Damjanović: *Ispitivanje konstrukcija – Bilješke s predavanja*, http://www.grad.unizg.hr/predmet/ispkon
2. A. Kiričenko i sur.: *Mjerenje deformacija i analiza naprezanja konstrukcija*, DIT-Zagreb, Zagreb, 1982.
3. D. Aničić: *Ispitivanje konstrukcija*, Osijek, 2002.

Preporučena literatura:

1. Alfirević, S. Jecić: *Fotoelasticimetrija*, Liber, Zagreb, 1983.
2. V. Brčić, R. Čukić: *Eksperimentalne metode u projektiranju konstrukcija*, Građ. knjiga, Beograd, 1988.
3. Aničić, D.: Ispitivanje konstrukcija, Osijek 2002.
4. Papoulis, A.: Probability, random variables and stohastic processes, McGraw-Hill, Singapore, 1987.
5. Rohrbach, C.: Handbuch für experimentelle Spanungsanalyse, VDI, Düsseldorf, 1989.
6. Helstrom, C. W.: Probability and stohastic processes for engineers, Macmilan, New York, 1984.

ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- vježbe 45

Ciljevi kolegija:

- ovladavanje vokabularom s naglaskom na terminologiji vezanom uz konstrukcije, oblikovanje vlastitog stručnog rječnika stručnih pojmova,
- pisanje životopisa, molbe za posao, stjecanje samostalnosti u usmenom nastupu, izvođenje prezentacija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanje engleskog na srednjoj i višoj srednjoj razini (intermediate, upper-intermediate level).

Ishodi učenja kolegija:

- ovladavanje jezičnim kompetencijama koje uključuju baratanje stručnom terminologijom iz područja konstrukcija,
- samostalno snalaženje u čitanju stručne literature,
- utvrđivanje osnovnih gramatičkih kategorija u stručnom jeziku – upotreba pasiva, prošlih vremena, modalnih glagola,
- stjecanje sigurnosti u konstruiranju rečenica i razvijanje vještina samostalnog izlaganja i pisanja stručnih tekstova.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

1. Career in Structural Engineering - Varieties in the field of structural engineering [3]

2. Bridge Building - Damages in Arch Building [3]
3. Europe's Longest Viaduct [3g
4. Wembley Stadium [3]
5. Weak Points of the House [3]
6. At the Heart of Dome's Design Process [3]
7. Joint students' presentations [3]
8. Individual students' presentations [3]
9. The Story of the Dome [3]
10. Hyatt Hotel Collapse [3]
11. Terminology practice in Timber Structures I [3]
12. Career Job Hunting – avoiding potential job(interview) disasters – Tips and Advice [3]
13. Creating a CV - How to write a. CV? How to write a letter of application/Job Interview Questions [3]
14. Professional Development. Preparing for the Interview Skills –Techniques, Tips and Advice - Recruitment of graduates [3]
15. Preliminary exam [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% pohađanja nastave,
- izrada jedne prezentacije,
- 3 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- Kontinuiranim radom u toku semestra, student može biti oslobođen cijelog ispita ili dijela ispita. Provjera znanja vezanog uz obradu određenih tema vrši se na svakom satu u pismenom ili usmenom obliku. Provjerava se stupanj usvojenosti stručnog vokabulara i snalaženje u stručnom tekstu. On podrazumijeva izradu vježbi kojima okosnicu čine predavanja; vježbe uključuju razumijevanje tekstova, izradu sažetaka, savladavanje gramatičkih konstrukcija zastupljenih u stručnom tehničkom jeziku.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- Ocjene iz svih provjera znanja i kolokvija sačinjavaju završnu ocjenu. Ocjene se temelje na sljedećim osnovama: rezultati kolokvija, bodovi stečeni tijekom rada u semestru – aktivno sudjelovanje na satu, provjera znanja iz gramatike, prijevodi na strani jezik, prijevodi sa stranog jezika i provjere stručnog vokabulara. Iz kolokvija moguće je postići maksimalno 20 bodova – ocjena se množi sa četiri. Ispitu pristupaju oni koji nisu zadovoljni sa ocjenom dobivenom na temelju sakupljenih bodova tijekom semestra.

Obvezna literatura:

1. Alemka Kralj Štih: *English for Structural Engineering and Theory and Modelling of Structures*, course materials, Zagreb, 2014.

Preporučena literatura:

1. Williams: *English for Science and Engineering*, Thomson ELT, USA, 2007.
2. V. Lambert, W. Murray: *Everyday Technical English,* Essex, 2003.

NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Vidjeti u poglavlju Smjer Geotehnika.

2. godina, 4. semestar

Obvezni kolegiji

SPECIJALNE INŽENJERSKE GRAĐEVINE

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (projektantske: 7, konstrukcijske: 8)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskog znanja o specifičnostima inženjerskih građevina u smislu upotrebe prikladnih materijala, analiza djelovanja, oblikovanja i konstruiranja detalja, proračuna i temeljenja,
- stjecanje teorijskog i praktičnog znanja o oblikovanju, analizi djelovanja, proračunu, detaljiranju i izradi radioničkih i armaturnih nacrta građevina kao što su telekomunikacijski toranj, jarbol ili vodotoranj.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje konstrukcija u smislu svojstava različitih materijala i proračuna osnovnih elemenata,
- poznavanje obuhvaćanja različitih djelovanja na konstrukcije.

Ishodi učenja kolegija:

- teoretsko znanje o specifičnostima inženjerskih građevina kao što su ljuske, vlačne strukture, visoke zgrade, tornjevi, dimnjaci, jarboli, vjetroelektrane, vodotornjevi, telekomunikacijske strukture, viseći, pokretni i plutajući mostovi te uronjeni tuneli,
- sposobnost oblikovanja i projektiranja specijalnih inženjerskih građevina,
- znanje i vještine potrebne za analiziranje djelovanja na specijalne građevine (potres, vjetar),
- znanje i sposobnost proračuna specijalnih inženjerskih građevina u skladu sa suvremenim metodama i kriterijima europskih normi.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Visoke građevine – konstruktivni sustavi, sustavi za horizontalna djelovanja, ukrutni sustavi [2]
  2. Tornjevi, dimjnaci, jarboli, vjetroelektrane – općenito, tipovi, funkcija, primjeri [2]
  3. Betonski tornjevi – temeljenje, dimenzioniranje [2]
  4. Ljuske – teorija ljusaka, tipovi, proračun, primjeri [2]
  5. Vlačne strukture – form finding, materijali [4]
  6. Vodotornjevi – funkcija, oblici, gradnja, seizmički proračun spremnika tekućina [2]
  7. 1. kolokvij
  8. Čelični tornjevi, jarboli, dimnjaci – projektiranje [2]
  9. Telekomunikacijske strukture – proračun jarbola sa zategama, rušenje jarbola sa zategama i tornjeva, temeljenje [2]

10. Pokretni mostovi – tipovi, primjeri projekata, izvedbe, održavanja [2]
11. Plutajući mostovi – tipovi, primjeri projekata, izvedbe, održavanja [2]
12. Podvodni tuneli [2]
13. 2. kolokvij
14. Popravni kolokvij

- Vježbe:
  1. Betonski tornjevi, Upoznavanje sa zadatkom za vježbe, Zadavanje zadatka [2]
  2. Analiza djelovanja [1]
  3. Izrada preglednog nacrta [2]
  4. Analiza djelovanja [2]
  5. Procjena momenata savijanja po teoriji 2. reda, Dimenzioniranje. Proračun temelja [3]
  6. Nelinearni proračun na računalu [4]
  7. Predaja programa [1]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 75% oslobađaju se cijelog ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit po potrebi.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program i zalaganje na vježbama 33%, kolokviji ili pisani dio ispita 67%.

Obvezna literatura:

1. Z. Šavor, A. Mandić: *Specijalne inženjerske građevine*, predavanja objavljena na webu, Zagreb, 2011./2012. A. Mandić Ivanković objava najnovijih predavanja tijekom 2023/2024.
2. Separati s vježbi objavljeni na webu

Preporučena literatura:

1. Smith, B. V., *Communication Structures*, Thomas Telford, 2007.
2. Turmbauwerke, *BetonKalender 2006 Teil 1*, Ernst & Sohn, 3-517.
3. Lewis, W. J., *Tension Structures Form and Behaviour*, Thomas Telford, 2003.
4. Huntigton, C. G., *TheTensioned Fabric Roof*, ASCE Press, 2004.
5. Schlaich, J., Bergermann, R., *Leicht weit Light Structures*, Prestel.
6. *Widespan Roof Structures*, compiled by M. Barnes & M. Dickson, Thomas Telford, 2000.
7. Petersen, Ch.: *Abgespannte Maste und Schornsteine Statik und Dynamik*, Bauingenieur-Praxis, Heft 76, W. Ernst & Sohn 1970.
8. Irvine, M., *Cable Structures*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1981.
9. *Frei Otto Complete Works, Lightweight Construction Natural Design*, Birkhäuser, Architekturmuseum TU München, 2005.
10. Koglin, T.L.: *Movable Bridge Engineering*, John Wiley & Sons, 2003.

11. *Analysis of the submerged floating tunnel concept*, Forum of European National Highway Research Laboratories (FEHRL), Report No. 1996/2a.
12. Watanabe, E.: *Floating Bridges: Past and Present*, Structural Engineering International (SEI), 2/2003.

SPREGNUTE KONSTRUKCIJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (konstrukcijske): 15

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o ponašanju spregnutih konstrukcija izvedenih od čelika i betona,
- stjecanja znanja o učincima djelovanja na spregnutim konstrukcijama,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o dimenzioniranju spregnutih konstrukcijskih elemenata: nosača, ploča i stupova.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje statike krutog tijela i spojenih sustava,
- poznavanje ponašanja čeličnih i betonskih konstrukcija,
- poznavanje teorijskih i praktičnih znanja vezanih uz dimenzioniranje čeličnih i betonskih konstrukcijskih elemenata te priključaka.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- položen ispit iz kolegija: Metalne konstrukcije 2.

Ishodi učenja kolegija:
- sposobnost primjene znanja o ponašanju čelika i betona kao materijala i utjecaja tog ponašanja na otpornost spregnutih konstrukcijskih elemenata,
- prepoznavanje ključnih čimbenika za određivanje osnovnih djelovanja na spregnute konstrukcije,
- sposobnost određivanje učinaka djelovanja na razini konstrukcijskih elemenata statički određenih i neodređenih sustava,
- sposobnost određivanja proračunskih otpornosti spregnutih konstrukcijskih elemenata nosača, greda, ploča i stupova vezanih za granično stanje nosivosti i granično stanje uporabljivosti.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:

1. Uvodno predavanje [2]
2. Općenito o spregnutim konstrukcijama [4]
3. Važniji čimbenici za analizu spregnutih konstrukcija [4]
4. Sredstva za sprezanje [2]
5. Spregnuti nosači [6]
6. Spregnute ploče [4]
7. Spregnuti stupovi [4]

8. Granično stanje uporabljivosti [2]
9. Posebne vrste spregnutih konstrukcija [2]

- Vježbe (konstrukcijske):

1. Spregnuto i nespregnuto djelovanje čeličnih elemenata [1]
2. Određivanje mjere puzanja [1]
3. Otpornost sredstava za sprezanje [2]
4. Plastična otpornost na savijanje spregnutih nosača [2]
5. Elastična otpornost na savijanje spregnutih nosača [2]
6. Otpornost na savijanje spregnutih nosača s djelomičnom uzdužnom posmičnom vezom [1]
7. Otpornost spregnutih ploča [1]
8. Otpornost spregnutih ploča – bez sidrenja na krajevima [1]
9. Otpornost spregnutih ploča – sa sidrenjem na krajevima [1]
10. Otpornost spregnutih stupova na tlak [1]
11. Otpornost spregnutih stupova na jednoosno savijanje s tlačnom silom [1]
12. Otpornost spregnutih stupova na dvoosno savijanje s tlačnom silom [1]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- najmanje po 25% bodova na svakom od dva kolokvija na kojima se provjerava razina stečenih teorijskih znanja (popravni kolokviji na kraju semestra za one studente koji nisu ostvarili barem 25% bodova na jednom ili oba kolokvija ili žele popraviti uspjeh ostvaren na redovitom kolokviju).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 2 kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ispit je pisani u dva dijela i usmeni. Pisani dio ispita sadrži praktični dio – dimenzioniranje (može se osloboditi polaganja tog dijela ispita uz ostvarivanje najmanje 60% bodova na svakom od kolokvija) i teorijski dio (obvezan za sve studente),
- za prolaznu ocjenu treba riješiti najmanje 60% svakog dijela ispita.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena ispita formira se na temelju bodova prikupljenih tijekom semestra i bodova ostvarenih na prolazno ocijenjenom pisanom dijelu ispita. Za prolaz na ispitu potrebno je prikupiti minimalno 60% ukupnih bodova.

Obvezna literatura:

1. Androić, Dujmović, Džeba: *Čelične konstrukcije 1*, IA Projektiranje, Zagreb, 2009.
2. Horvatić: *Spregnute konstrukcije čelik-beton*, Masmedia, Zagreb, 2003.
3. Ćurković, I.; Lukačević, I.: Separati sa predavanja i vježbi - ak. god. 2020./2021., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
4. Markulak, D: *Me(n)talne konstrukcije*, Građevinski fakultet u Osijeku, 2018.
5. Androić, B.; Dujmović, D.; Lukačević, I.: *Projektiranje spregnutih konstrukcija prema Eurocode 4*, IA projektiranje, 2012.
6. Dujmović, D.; Androić, B.; Lukačević, I.: *Primjeri proračuna spregnutih konstrukcija prema Eurocode 4*, IA projektiranje, 2014.

Preporučena literatura:

1. HRN EN 1994-1-1:2012 – Proračun spregnutih konstrukcija od čelika i betona; Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade
2. Johnson: *Composite Structures of Steel and Concrete*, Blackwell Publishing, Oxford, 3rd Edition, 2004.

Izborni kolegiji

POTRESNO INŽENJERSTVO

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- upoznavanje s potresnim djelovanjem,
- stjecanje osnovnih znanja o potresnom projektiranju zgrada i mostova,
- stjecanje praktičnih znanja o potresnom projektiranju betonskih, čeličnih, zidanih i kompozitnih konstrukcija,
- stjecanje osnovnih znanja o analizi i projektiranju potresno izoliranih struktura.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- razumijevanje i sposobnost primjene proračuna betonskih i čeličnih konstrukcija,
- poznavanje osnovnih sustava konstrukcija,
- razumijevanje i poznavanje statičkog proračuna različitih statičkih sustava.

Ishodi učenja kolegija:

- studenti imaju sposobnost konceptualnog projektiranja različitih sustava konstrukcija (betonske, čelične, zidane i kompozitne konstrukcije),
- studenti imaju sposobnost sagledavanja i analiziranja potresnog djelovanja na zgrade i mostove primjenjujući suvremene europske norme,
- studenti imaju sposobnost konceptualnog projektiranja struktura sa pasivnim energetskim disipacijskim sistemima,
- studenti imaju sposobnost analiziranja i projektiranja struktura za potresno izolirane strukture.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Priroda potresa i osnove seizmologije [4]
  2. Odziv konstrukcije, osnovni pojmovi i duktilnost [2]
  3. Spektar odgovora [2]
  4. Energetski koncept potresnog inženjerstva [2]
  5. Konceptualno oblikovanje [4]
  6. Potresno projektiranje prema Eurokodu 8 [2]
  7. Kolokvij
  8. Metode proračuna [2]

9. Posebna pravila za betonske i zidane konstrukcije [2]
10. Posebna pravila za čelične konstrukcije [2]
11. Posebna pravila za drvene i kompozitne konstrukcije [2]
12. Istraživanje potresa [2]
13. Kolokvij

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja,
- 2 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: ostvareni bodovi iz kolokvija uračunavaju se u ocjenu pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za prolaz treba riješiti 60%.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani ispit 100%.

Obvezna literatura:

1. Separati s predavanja
2. Čaušević, M.: *Potresno inženjerstvo*, Sveučilišni udžbenik, Školska knjiga, Zagreb, 2001.
3. HRN EN 1998-1:2011/Ispr.1:2014, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade, European Committee for Standardization, Bruxelles.
4. Fardis, M. N.: Seismic design, assessment and retrofitting of concrete buildings, Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 2009.

NUMERIČKA MATEMATIKA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

PERSPEKTIVA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

VALOVI I TITRANJA

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

OCJENJIVANJE POSTOJEĆIH MOSTOVA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6,0

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30

Ciljevi kolegija:

- Stjecanje teorijskih i praktičnih vještina za cjeloviti pristup ocjenjivanju postojećih mostova, od samog prikupljanja podataka o
- konstrukciji, preko prikladnog modeliranja i utvrđivanja kritičnih modula otkazivanja do dokazivanja sigurnosti, uporabljivosti, odnosno
- pouzdanosti.
- Primjena suvremenog znanstvenog pristupa u praktičnom ocjenjivanju postojećih mostova, uzimajući u obzir učinke degradacijskih
- procesa, učinke djelovanja mjerodavnih opterećenja i promjene zahtjeva na mostove kroz cjelokupni predviđeni vijek trajanja
- konstrukcija s ciljem lakšeg odlučivanja u rangiranju prioriteta na razini cestovne mreže.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- Osnovna znanja o konstrukcijama mostova (npr. u skladu s kolegijem Mostovi na preddiplomskom studiju građevinarstva).
- Osnovna znanja o degradaciji konstrukcija od različitih materijala te osnovna znanja o pregledima konstrukcija.

Ishodi učenja kolegija:

- odabirati proaktivni pristup u prikupljanju podataka o postojećim mostovima u cilju njihovog ocjenjivanja,
- modelirati postojeće mostove uzimanjem u obzir prikupljenih podataka o konstrukciji,
- analizirati i utvrditi preliminarne module otkazivanja konstrukcije mosta,
- ocjenjivati postojeće mostova u skladu sa suvremenim poimanjem pouzdanosti konstrukcija,
- dokazivati nosivosti i uporabljivosti postojećih mostova uzastopnim razinama koje postaju zahtjevnije ali i točnije, te se postupno približavaju stvarnim djelovanjima i otpornostima konstrukcije,
- obuhvatiti učinke degradacijskih procesa i promjenjivih zahtjeva na mostove kroz cjelokupni predviđeni vijek trajanja konstrukcija,
- primijeniti metodologiju procijene odnosa između troškova i dobiti u sustavu održavanja mostova, čime se doprinosi lakšem odlučivanju u rangiranju prioriteta na razini cestovne mreže.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Pristupi ocjenjivanju mostova: ocjenjivanje stanja i/ili ocjenjivanje sigurnosti odnosno pouzdanosti.
  2. Ocjenjivanje ključnih pokazatelja učinkovitosti: rangiranje prioriteta u popravku mostova na temelju ocjene stanja
  3. Metodologija ocjenjivanja sigurnosti odnosno pouzdanosti
  4. Ocjenjivanje mostova na prometno opterećenje: modeliranje utjecaja prometnog opterećenja kroz povijest i norme
  5. Ocjenjivanje mostova na prometno opterećenje: praćenje prometa u pokretu (WIM, B-WIM)
  6. Seizmičko ocjenjivanje postojećih mostova: nedostaci i skrivene rezerve na primjerima mostova iz hrvatske
  7. 1. kolokvij (predavanja 1-5)
  8. Seizmičko ocjenjivanje postojećih mostova: karakteristična oštećenja, brzi pregledi
  9. Seizmičko ocjenjivanje postojećih mostova: metode proračuna, postupno guranje, kapacitet duktilnosti, krivulje oštetljivosti
  10. Vrednovanje prikupljenih informacija: rangiranje prioriteta uzimajući u obzir ekonomske i društvene pokazatelje, važnost konstrukcije i razrede znanja
  11. Popravci i ojačanja mostova: popravci, ojačanja za povećanje nosivosti, vanjsko prednapinjanje
  12. Popravci i ojačanja mostova: za obuhvaćanje seizmičkih djelovanja
  13. Otkazivanja mostova, forenzičko inženjerstvo i preporuke za robusne konstrukcije
  14. 2. kolokvij (predavanja 6-12)
  15. popravni kolokvij
- Vježbe:

U sklopu programskog zadatka modelirati i ocijeniti postojeći most na prometno djelovanje i/ili potres.

1. Projektantske: Prikupljanje podataka i rekonstrukcija postojećeg mosta
2. Konstruktivne: Izrada nacrta mosta i analiza postojećeg mosta (doba izgradnje, proračunska opterećenja, detalji, materijali, izloženost, stanje,...)
3. Konstruktivne: Izrada nacrta mosta i analiza postojećeg mosta (doba izgradnje, proračunska opterećenja, detalji, materijali, izloženost, stanje,...)
4. Projektantske: Analiza prometnog opterećenja i razmatranje prikladnog modela konstrukcije te metode proračuna
5. Projektantske: Obuhvaćanje seizmičkog djelovanja i odabir prikladnog modela konstrukcije
6. Konstruktivne: Analiza opterećenja i izrada modela mosta
7. Konstruktivne: Analiza opterećenja i izrada modela mosta
8. Projektantske: Dokazi nosivosti i uporabljivosti na promet; Dokazi pouzdanosti na promet
9. Konstruktivne: Proračun i ocjena mosta na prometno opterećenje
10. Konstruktivne: Proračun i ocjena mosta na prometno opterećenje
11. Projektantske: Postupno guranje mosta
12. Projektantske: Globalna ocjena ponašanja mosta u potresu
13. Konstruktivne: Seizmički proračun i ocjena mosta

14. Konstruktivne: Seizmički proračun i ocjena mosta
15. Konstruktivne: Predaja i obrana programa

Obveze studenata:

- Redovito pohađanje predavanja i vježbi, izrada i pozitivna prezentacija programskog zadatka, polaganje 2 kolokvija s minimalnim ostvarenjem od 25 % za potpis, a mogućnošću oslobođenja od ispita ili dijela ispita, ispit.

Obvezna literatura:

1. Mandić Ivanković A. i suradnici: Ocjenjivanje postojećih mostova, Predavanja i separati za vježbe
16. Radić J. i suradnici: Betonske konstrukcije, Sanacije, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, SECON HDGK, Andris, Zagreb, 2008. (s naglaskom na poglavlje: Radić, Mandić - Ocjenjivanje postojećih konstrukcija)
2. Mandić Ivankovič, A.: Assessment of Bridges Based on Updated Information and Monitoring, Croatian Perspectives, pozvano predavanje, Workshop: Assessment of Existing Structures, Joint Committee on Structural Safety, 28-29 January 2021. https://folk.ntnu.no/jochenk/JCSSWS2101/52Ivankovic.pdf

Preporučena literatura:

1. Radić, J.: Uvod u mostarstvo, Hrvatska sveučilišna naklada, Jadring, Zagreb, 2009.
2. Radić, J.; Mandić, A.; Puž, G.: Konstruiranje mostova, Hrvatska sveučilišna naklada, Jadring, Zagreb, 2005.
3. Radić, J.: Trajnost konstrukcija I, Hrvatska sveučilišna naklada, Jadring, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2010.
4. Radić, J. i suradnici: Betonske konstrukcije – priručnik, Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, SECON HDGK, Andris, Zagreb, 2007.
5. Strauss, Alfred; Mandić Ivanković, Ana: COST 1406 - Performance Indicators for Roadway Bridges, Technical report of the Working group 1: Performance indicators., Guimaraes, Portugal: COST 1406, 2016 (prirucnik)
6. Holický, M., 2013. Introduction to probability and statistics for engineers. Springer Science & Business Media
7. Wenzel, H., 2008. Health monitoring of bridges. John Wiley & Sons
8. M. J. N. Priestley, F. Seible, G.M.C. Seismic Design and Retrofit of Bridges. New York: John Wiley & Sons, INC.; 1996.Clough, R.; Penzien, J.: *Dynamics Of Structures*, McGraw-Hill, New York, 1975.

POSTOJEĆE ZIDANE KONSTRUKCIJE – PROCJENA I POJAČANJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6,0

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 14, projektantske: 16)

Ciljevi kolegija:

- Stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o postupcima procjene stanja postojećih zidanih konstrukcija.
- Stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o metodama proračuna mehaničke otpornosti i stabilnosti elemenata ili cijelih postojećih zidanih konstrukcija.
- Stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o metodama i proračunu pojačanja postojećih zidanih konstrukcija.
- Stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o primjenama suvremenih materijala u obnovi zidanih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- Poznavanje građevne statike, otpornosti materijala, proračuna zidanih konstrukcija prema HRN EN 1996 i HRN EN 1998.

Ishodi učenja kolegija:

- Klasificirati potrebne metode procjena stanja postojećih zidanih konstrukcija.
- Odabrati primjenjive metode u konkretnom slučaju.
- Isplanirati i primijeniti metode sanacija zidanih konstrukcija.
- Prepoznati uzroke propadanja i oštećenja postojećih zidanih konstrukcija.
- Procijeniti stanje konstrukcije i donijeti zaključke o njezinoj obnovi ili potrebnom pojačanju.
- Analizirati sve utjecaje na postojeću konstrukciju te izraditi elaborat procjene stanja zidane konstrukcije.
- Primijeniti moderne postupke proračuna i materijale pri pojačanju postojećih zidanih konstrukcija.
- Primijeniti probabilistički pristup procjeni mehaničke otpornosti i stabilnosti postojeće zidane konstrukcije.
- Oblikovati specifične detalje pojačanja pojedinih zidanih konstruktivnih elemenata.
- Analizirati sve utjecaje na postojeću konstrukciju te izraditi projekt pojačanja postojeće zidane konstrukcije.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Općenito o postojećim zidanim konstrukcijama [2]
  2. Metode procjene stanja postojećih zidanih konstrukcija [2]
  3. Posebni pristupi procjeni stanja postojećih zidanih konstrukcija kulturne baštine [2]
  4. Tipična oštećenja zidanih konstrukcija u njihovom uporabnom vijeku [2]
  5. Ponašanje zidanih konstrukcija i njihova oštećenja pri seizmičkim djelovanjima [2]
  6. Metode proračuna postojećih zidanih konstrukcija na seizmička djelovanja [2]
  7. Probabilistički pristup procjeni mehaničke otpornosti i stabilnosti postojeće zidane konstrukcije [2]
  8. Pristupi globalnom pojačanju zidane konstrukcije [2]
  9. Kolokvij
  10. Proračun pojačanja pojedinih elemenata zidanih konstrukcija ili cijele konstrukcije [2]
  11. Proračun pojačanja uporabom suvremenih materijala (FRP, TRM ...) [4]
  12. Stanje područja i studije slučaja (primjeri) [2]
  13. Utjecaj izgrađene okoline na ponašanje pojedinačne konstrukcije pri seizmičkom djelovanju [2]

14. Kolokvij

- Vježbe:
  1. Upoznavanje s programom vježbi, zadatkom i načinom njegove izrade. Definiranje predmetne zidane konstrukcije. [2]
  2. Razrada predmetne zidane konstrukcije, izrada potrebnih nacrta [2]
  3. Procjena stanja građevine – izrada modela u programskom paketu 3Muri [8]
  4. Analiza rezultata proračuna [4]
  5. Odabir metode pojačanja konstrukcije [2]
  6. Proračun pojačanja elemenata konstrukcije [6]
  7. Izrada izvedbenih nacrta pojačanja [4]
  8. Predaja programa [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja,
- 2 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: ostvareni bodovi iz kolokvija uračunavaju se u ocjenu pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za prolaz treba riješiti 60%.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani ispit 100%

Obvezna literatura:

1. Separati s predavanja i vježbi
2. Sorić, Z.: "Zidane konstrukcije", Sveučilišni udžbenik, vlastita naklada, Zagreb, 2016.
3. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (2017)
4. Hrvatske norme niza HRN EN 1996, norme za zidane konstrukcije (Eurokod 6)
5. Hrvatske norme niza HRN EN 1991, norme za opterećenja konstrukcija (Eurokod 1)
6. Hrvatske norme niza HRN EN 1998, norme za proračun konstrukcija na seizmičko djelovanje (Eurokod 1)

ALUMINIJSKE KONSTRUKCIJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6,0

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:

- Stjecanje teorijskog znanja o aluminijskim konstrukcijama; njihovom proračunu i izradi.
- Stjecanje teorijskog i praktičkog znanja o postupku izbora aluminijskih legura, suvremenom proračunu aluminijskih konstrukcijskih
- elemenata, priključaka i složenih konstrukcijskih sustava.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- Poznavanje postupaka analize konstrukcija.
- Poznavanje osnova proračuna čeličnih konstrukcija.

Ishodi učenja kolegija:

- Odabrati optimalnu aluminijsku leguru obzirom na konkretne zahtjeve primjene.
- Utvrditi optimalni konstrukcijski sustav obzirom na konkretne zahtjeve primjene.
- Odabrati i primijeniti odgovarajuću metodu analize aluminijske konstrukcije.
- Proračunati aluminijske konstrukcijske elemente i njihove priključke prema pravilima Eurokoda 9.
- Analizirati i preliminarno dimenzionirati prostorne i inovativne aluminijske konstrukcijske sustave.
- Ocijeniti zahtjeve za trajnost i izvedbu aluminijskih konstrukcija.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod. Područje primjene. Povijesni razvoj aluminijskih konstrukcija. [2]
  2. Proizvodnja aluminija i aluminijskih legura; stanja termičke obrade, forme proizvoda, karakteristična svojstva. [2]
  3. Izbor aluminijskih legura za građevinarstvo. [2]
  4. Uvod u Eurokod 9 i odnos sa ostalim normama. [2]
  5. Analiza aluminijskih konstrukcija i osnove proračuna po graničnim stanjima. [2]
  6. Osnove dimenzioniranja aluminijskih konstrukcija: klasifikacija poprečnog presjeka, područje utjecaja topline i omekšivanja materijala. [2]
  7. Proračun otpornosti na razini poprečnog presjeka: otpornost na vlak, tlak, savijanje, posmik, torziju, interakciju učinaka djelovanja. [2]
  8. Proračun otpornosti na razini elemenata: otpornost na tlak, savijanje, interakciju savijanja i uzdužnog tlaka. [2]
  9. Tehnologija spajanja i proračun priključaka. [2]
  10. Proračun otpornosti ploča i pločastih nosača. [2]
  11. Proračun na djelovanje požara. [2]
  12. Proračun na zamor. [2]
  13. Osnove proračuna prostornih aluminijskih sustava i inovativnih konstrukcijskih rješenja. [2]
  14. Zahtjevi za trajnost; otpornost na koroziju. [2]
  15. Pravila za izradu i montažu aluminijskih konstrukcija. [2]
- Vježbe:
  1. Proračun vlačnih elemenata [4]
  2. Proračun tlačnih elemenata [4]
  3. Proračun elemenata na savijanje [4]
  4. Proračun kompleksno naprezanih elemenata [4]
  5. Proračun spojeva [2]
  6. Proračun priključaka [4]
  7. Proračun pločastih nosača [4]
  8. Proračun na zamor [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja,
- izrada i obrana programskih zadataka iz 8 tematskih cjelina,
- kolokvij (popravni kolokvij za one studente koji na redovnom kolokviju nisu ostvarili barem 25% bodova ili žele popraviti ostvaren uspjeh).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programskih zadataka,
- kolokvij.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: numerički zadatak i teoretski dio (pitanja iz gradiva), za prolaznu ocjenu potrebno je minimalno 50% bodova od svakog dijela pisanog ispita,
- usmeni dio ispita.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena ispita formira se na temelju bodova prikupljenih tijekom semestra (maksimalno 50% ukupnih bodova - pohađanje nastave 8%, programi 18%, kolokvij 24%) i bodova ostvarenih na prolazno ocijenjenom pisanom i usmenom dijelu ispita (maksimalno 50% ukupnih bodova - zadatak 20%, teorija 30%). Za prolaz na ispitu potrebno je prikupiti minimalno 60% ukupnih bodova.

Obvezna literatura:

1. Boko, Ivica; Skejić, Davor; Torić, Neno: ALUMINIJSKE KONSTRUKCIJE, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Udžbenik Sveučilišta u Splitu i Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Split, 2017.
2. Skejić, Davor; Džeba, Ivica: ČELIČNE KONSTRUKCIJE, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Sveučilišni priručnik, Zagreb 2015.
3. Skejić, Davor; Boko, Ivica; Torić, Neno: ALUMINIJ KAO MATERIJAL ZA SUVREMENE KONSTRUKCIJE, Građevinar 67 (2015)11. 1075-1085.
4. Boko, Ivica; Skejić, Davor; Torić, Neno; Čolić, Antonela: OPTIMALNI IZBOR LEGURE ZA ALUMINIJSKE KONSTRUKCIJE IZLOŽENE POŽARU, Građevinar 72 (2020)3. 225-235.
5. Skejić, Davor, Orehovec, Domagoj, Ćurković, Ivan. MONTAŽNE ALUMINIJSKE HALE, Građevinar 73 (2021)2, 141-151.
6. Skejić, D.: *Skripte iz kolegija Aluminijske konstrukcije* - ak. god. 2023./2024., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Preporučena literatura:

1. Hrvatski zavod za norme (HZN): HRN EN 1999-1-1, Eurokod 9: Projektiranje aluminijskih konstrukcija - Dio 1-1: Opća pravila (EN 1999-1-1:2007+A1:2009+A2:2013), drugo izdanje, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 2015.
2. *Design of aluminium structures - Introduction to Eurocode 9 with worked examples*, European aluminium, November 2020.
3. Skejić, D.; Dokšanović, T.; Čudina, I.; Mazzolani, F. M.: *The basis for reliability-based mechanical properties of structural aluminium alloys*, Applied Sciences-Basel 11 (2021)10. 4485:1-18.
4. Skejić, D.; Valčić, A.; Čudina, I.: *Optimisation of Aluminium Halls in the Republic of Croatia - Numerical Study*, Technical Gazette 29 (2022)5, 1454-1463.

KONSTRUKCIJSKI ASPEKTI PROJEKTIRANJA FASADA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (4 projektantske + 26 konstrukcijske)

Ciljevi kolegija:

- Stjecanje teorijskih i praktičnih vještina projektiranja modernih fasada.
- Razumijevanje znanstvenog pristupa u projektiranju konstrukcijskih sustava fasada,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o definiranju opterećenja te scenarija otkazivanja s naglaskom na dovoljnu robusnost fasadnih sustava,
- Stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o projektiranju detalja veza elemenata fasada te projektiranju spojeva i priključaka fasade na potkonstrukciju,
- Stjecanje praktičnih znanja iz područja tehnologije fasada te usvajanje znanja korištenja specijaliziranih programskih paketa za pripremu nacrta za robotsku izradu (proizvodnju) fasada.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- Osnovna znanja o aluminijskim konstrukcijama i konstrukcijama od stakla (npr. u skladu s kolegijem Lagane konstrukcije na preddiplomskom studiju građevinarstva).
- Osnovna znanja o betonski, metalnim i drvenim konstrukcijama i spojevima (npr. u skladu s kolegijima Betonske i zidane konstrukcije 1, Metalne konstrukcije 1 i Drvene konstrukcije 1 na preddiplomskom studiju građevinarstva).

Ishodi učenja kolegija:

- Samostalno riješiti konstruktivne probleme fasadnih sustava
- Primijeniti i analizirati matematičke metode u modeliranju fasadnih sustava.
- Primijeniti znanja o konstrukcijskom ponašanju materijala od kojih se izvode fasadni elementi.
- Preispitati i vrjednovati procese proizvodnje i montaže fasadnog sustava te za svaku fazu proračunati i dokazati nosivosti, stabilnosti, uporabivosti i sigurnosti konstrukcije.
- Prikupiti informacija koje nedostaju kroz istraživanje literature i interneta.
- Analizirati i diskutirati o projektnim rješenjima fasadnih sustava s kolegama i stručnjacima iz područja.
- Primijeniti znanje na praktične probleme i kritički analizirati dobivene rezultate.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Stanje u području: pregled povijesnih i modernih sustava fasada [2]
  2. Osnovni specifični statički sustavi fasada i njihove karakteristike [2]
  3. Osnove konstrukcijskog planiranja, primjena koncepta prema HRN EN: 1990, s naglaskom na projektiranju prema klasama posljedica uz zadovoljavanje uvjeta robusnosti [2]

4. Osnove definiranja opterećenja na fasadne sustave prema nizu HRN EN 1991 [2]
5. Definiranje procesa gradnje fasadnih sustava - faza planiranja, faza koncepta, faza razrade, faza izrade. Definiranje funkcije. Definiranje ulaznih podataka za projektiranje konstrukcije fasade. [2]
6. Metode proračuna (linearne i nelinearne) te postupci dokazivanja nosivosti, stabilnosti, uporabivosti i robusnosti za svaku od faza izgradnje i eksploatacije fasadnih sustava. [6]
7. Priključci i spojevi pri povezivanju elemenata. Konceptualna razrada i dimenzioniranje zavarenih i vijčanih spojeva - primjena EUROCODE 3, EUROCODE 5 i EUROCODE 9. [2]
8. Priključci i spojevi pri sidrenju potkonstrukcije. Konceptualna razrada i dimenzioniranje sidrenih ploča te sidrenih područja u betonskim i drugim elementima - primjena EUROCODE 2, EUROCODE 3, EUROCODE 5 i EUROCODE 9. [2]
9. Numeričko modeliranje konstrukcije fasade - modeliranje sustava, pojedinih elemenata i detalja spojeva. [4]
10. Crtanje izvedbenih projekata u specijaliziranim programskim paketima povezanima sa strojevima za izradu elemenata. [4]
11. Propisi za projektiranje i metode ispitivanja fasadnih sustava u tvorničkim uvjetima. [2]

- Vježbe (projektantske):
  1. Opis zadatka. [2]
  2. Posjeta pogonu tvrtke KFK d.o.o. kako bi se studenti upoznali sa cijelim procesom proizvodnje i ispitivanja fasada. [2]
- Vježbe (konstrukcijske):
  1. U sklopu projektnog zadatka (programa), osmišljanje koncepta suvremene fasade, dimenzioniranje elemenata fasade, koncipiranje i dimenzioniranje detalja spajanja te izrada izvedbenih nacrta fasade i programa ispitivanja iste. [22]
  2. Pregled i predaja programa. [2]
  3. Prezentacija i obrana projektnih zadataka (programa) studenata. [2]

Obveze studenata:

- Redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- student je dužan samostalno izraditi projektni zadatak, odnosno, program (pojedine točke programa potrebno je izraditi prema definiranoj dinamici predaje) te isti u cijelosti predati i obraniti do kraja semestra,
- student je dužan izraditi i seminarski rad i javno ga obraniti.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za polaganje ispita student treba ostvariti najmanje 60% od ukupnog broja bodova,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena programa, s najviše 40 % od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu,
- ocjena ispita, s najviše 60 % od ukupnog broja ostvarenih bodova koji čine konačnu ocjenu.

- usmeni ispit, pri čemu student može potvrditi, smanjiti ili povećati prethodno stečenu ocjenu, odnosno, ne položiti ispit.

Obvezna literatura:

1. Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I.: *Čelične konstrukcije 1*; IA Projektiranje, Zagreb, 2009.
2. Bjelanović, A.; Rajčić, V.: *Drvene konstrukcije prema europskim normama*; Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007.
3. Boko, I.; Skejić, D.; Torić, N.: *Aluminijske konstrukcije*, Udžbenici Sveučilišta u Splitu i Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Split, 2017.
4. Tehnički propisi za staklene konstrukcije (NN RH br. 153/13 i 20/17)
5. Čizmar, D., Rajčić, V.: *Priručnik iz kolegija Lagane konstrukcije*; Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. 2008.
6. Herzog, T.; Krippner, R.; Lang, W.: *Facade Construction Manual* (Third Edition), Detail Business Information GmbH, Munchen, 2021.
7. nastavni materijali kolegija dostupni na službenim internetskim stranicama kolegija

Preporučena literatura:

1. CEN: niz europskih normi *HRN EN 1992:2013+A1:2019+NA:2015*; CEN, Brussels, 2013.
2. CEN: niz europskih normi *HRN EN 1993:2014+A1:2015+NA:2018*; CEN, Brussels, 2014.
3. CEN: niz europskih normi *HRN EN 1995:2013+A2:2015+NA:2013*; CEN, Brussels, 2013.
4. CEN: niz europskih normi *HRN EN 1999:2015+A1:2012+NA:2013*; CEN, Brussels, 2015.
5. O'Regan, C.: *Structural use of glass in buildings (Second Edition)*; The Institution of Structural Engineers, London, 2014.
6. Loughran, P.: *Falling Glass - Problems and Solutions in Contemporary Architecture*; Birkhäuser, Basel, Boston, MA, 2003.
7. CEN: *CEN TC 250 - TS 19100-1:2020: Design of glass structures - Part 1: In-plane loaded glass components*; CEN, Brussels, 2020.
8. CEN: *CEN TC 250 - TS 19100-2:2020: Design of glass structures - Part 2: Out-of-plane loaded glass components*; CEN, Brussels, 2020.
9. CEN: *CEN TC 250 - TS 19100-3:2020: Design of glass structures - Part 3: Design of in-plane loaded glass components and their mechanical joints*; CEN, Brussels, 2020.
10. Watts, A: *Modern Construction Envelopes* (Fourth Edition); Birkhäuser, 2019.

Smjer MATERIJALI

1. godina, 1. semestar

Obvezni kolegiji

METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

TEORIJA I TEHNOLOGIJA BETONA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 14 (auditorne: 8, laboratorijske: 6)
- seminar: 16

Ciljevi kolegija:

- razumijevanje procesa hidratacije i očvršćavanja betona,
- razumijevanje mikrostrukture betona i transporta vlage unutar strukture betona,
- stjecanje znanja potrebnih za pravilan odabir komponenata sastava betona, prikladno spravljanje, ugradnju i zbijanje kako bi bila osigurana svojstva betona u svježem i očvrslom stanju u uporabi za traženu namjenu (performance based design),
- stjecanje znanja o termo-higrometrijskim, mehaničkim i deformacijskim svojstvima betona kao osnova za znanja o ponašanju konstrukcije,
- upoznavanje sa osnovnim svojstvima posebnih vrsta betona,
- stjecanje znanja o pravcima kretanja istraživanja u području tehnologije betona u budućnosti.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih svojstava komponenti za izradu betona,
- poznavanje proračuna sastava betona.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:

- projektirati sastav betona za tražena svojstva u upotrebi (dokazana i ispitivanjima na konstrukciji),
- izraditi projektirani beton na betonari,
- izraditi plan osiguranja kvalitete izvedbe betonske konstrukcije,
- demonstrirati ispitivanja svojstva betona u svježem i određena svojstva u očvrsnulom stanju,

- procijeniti utjecaj komponenti i tehnologije spravljanja na svojstva betona u svježem i očvrsnulom stanju,
- vrednovati rezultate ispitivanja svojstava betona,
- razlikovati vrste i osnovna svojstva specijalnih betona,
- znati pravce kretanja istraživanja u području betona u budućnosti.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod [2]
2. Komponente sastava betona: Cement – podjela prema vrstama i tehnologiji proizvodnje, proizvodnja, hidratacija, vezivanje, očvršćavanje, osiguranje kvalitete [2]
3. Komponente sastava betona: Agregat – značaj,podjele, vrste, mineralogija, tekstura, granulometrija. Voda [2]
4. Komponente sastava betona: Dodaci betonu, podjele, značaj, vrste, utjecaj na svojstva betona [2]
5. Svježi beton – svojstva i njihov značaj. Projektiranje sastava betona [2]
6. Struktura očvrslog betona [2]
7. Čvrstoće i stanja naprezanja u betonu [2]
8. Dimenzionalna stabilnost [4]
9. Trajnost/Utjecaji – specijalna trajnosna opterećenja , uzroci degradacije betona i posljedice djelovanja trajnosnih opterećenja [2]
10. Proizvodnja betona. Transport, ugradnja, zbijanje i njegovanje betona [2]
11. Modeliranje svojstava betona, najznačajniji računalni modeli, objašnjenje, primjena [2]
12. Specijalni betoni – nove vrste i tehnologije [4]
13. Budućnost betona – dosezi i perspektive u svojstvima i primjeni [2]

- Auditorne vježbe:

1. Projektiranje kvalitete materijala betonske konstrukcije – izbor sastavnih materijala – cement [2]
2. Projektiranje kvalitete materijala betonske konstrukcije – izbor sastavnih materijala – agregat [2]
3. Projektiranje kvalitete materijala betonske konstrukcije – izbor sastavnih materijala – dodaci, svojstva svježeg betona [2]
4. Očvrsli beton. Kontrola i osiguranje kvalitete betonske konstrukcije. [2]

- Laboratorijske vježbe:

1. Izrada projektnog zadatka – cement [1]
2. Izrada projektnog zadatka- agregat [1]
3. Projektiranje sastava betona primjenom računalnih programa [1]
4. Izrada projektnog zadatka – projektiranje sastava, izrada betona i ispitivanje svojstava u svježem stanju [1]
5. Izrada projektnog zadatka – ispitivanje mehaničkih svojstava betona i svojstava trajnosti betona [2]

- Seminar [16]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75% te pohađanje auditornih i laboratorijskih vježbi 100%,
- izrada seminara (programa),
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25 %; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 60% te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave i predaju seminara (programa), oslobađaju se pisanog dijela i usmenog ispita,
- ocjena postignuta tijekom semestra: kolokviji 60%; program 30%; pohađanje nastave 10 %.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio ispita 50%, usmeni ispit 50 %,
- za studente koji su oslobođeni pisanog dijela i usmenog ispita: ocjena postignuta tijekom semestra 100%.

Obvezna literatura:

1. Bjegović, D.; Štirmer, N.: Teorija i tehnologija betona, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Tiskara Zelina, 2015.
2. Teorija i tehnologija betona Mjerne metode, Bjegović, D.; Štirmer, N. (ur.), udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Tiskara Zelina, 2022.
3. Bjegović, D., Balabanić, G., Mikulić, D.: Građevinski materijali - zbirka riješenih zadataka, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2007.
4. Mehta, P. K.; Monteiro, P. J. M.: Concrete: Microstructure, Properties, and Materials, McGraw-Hill, fourth edition, 2014.
5. Domone, P.; Illston, J. (eds): Construction Materials: Their Nature and Behaviour, Fourth Edition, Spon Press, 2010

Preporučena literatura:

1. Ashby, M. F.; Jones, D. R.: *Engineering materials 1*, Butterworth Heinemann, 1996.
2. Illston, J. M.; Domone, P. L. J. (ed.): *Construction materials – their nature and behaviour*, E & FN SPON Chapman & Hall, 1994.
3. Maekawa, K.; Chaube, R. P.; Kishi, T.: *Modelling of Concrete Performance*, Hydration, Microstructure and Mass Transport, Spon Press, 2000.
4. Dewar, J.: *Computer modelling of Concrete Mixtures*, Spon Press, 2000.
5. Muravljov, M.: *Osnovi teorije i tehnologije betona*. 3 izdanje. Građevinska knjiga, Beograd, 2005.
6. Grdić, Z.: *Tehnologija betona*, GAF, Niš, 2011.

GRAĐEVINSKA FIZIKA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 16, konstrukcijske: 8, laboratorijske: 6)

Ciljevi kolegija:

1. stjecanje teorijskih znanja o kombiniranom prijenosu topline, vlage i zraka kroz građevinski materijal i element konstrukcije,

2. stjecanje praktičnih znanja o laboratorijskim ispitivanjima toplinskih i akustičnih svojstava materijala,
3. stjecanje znanja o proračunu toplinskih i akustičnih karakteristika konstrukcije.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

4. poznavanje fizikalnih, mehaničkih i toplinskih svojstava materijala,
5. poznavanje osnova statistike.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:

- opisati tehnologiju proizvodnje različitih građevinskih materijala,
- objasniti načine ispitivanja termo-higrometrijskih i akustičnih svojstava izolacijskih građevinskih materijala,
- objasniti mehanizme djelovanja iz okoliša na izolacijske materijale,
- projektirati termohigrometrijsku i zvučnu zaštitu zgrada,
- usporediti svojstva različitih izolacijskih materijala,
- primijeniti rezultate ispitivanja izolacijskih građevinskih materijala.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod u Građevinsku fiziku. Definicija, važnost, povijest [2]
2. Toplina: Osnovni pojmovi znanosti o toplini. Prenošenje topline – kondukcija, konvekcija, radijacija, Sunčevo zračenje [2]
3. Toplinska svojstva građevinskih materijala [2]
4. Toplinska izolacija građevinskih elemenata. Temperaturna krivulja. Akumulacija topline [2]
5. Transport vlage. Vlaga, vlažni zrak. Kondenzacija vodene pare na unutarnjoj površini vanjskih elemenata građevine [2]
6. Difuzija vodene pare kroz građevinske elemente [2]
7. Kombinirani transport – toplina, zrak, vlaga [2]
8. Toplinski mostovi [2]
9. Toplinska stabilnost vanjskih građevinskih elemenata [2]
10. Akustika: Fizikalne karakteristike zvuka. Zvučni valovi u zatvorenom prostoru [2]
11. Građevinski materijali za zaštitu od buke. Suvremeni materijali [2]
12. Prenošenje zračnog zvuka iz prostorije u prostoriju. Prenošenje zvuka udara iz prostorije u prostoriju [2]
13. Buka. Zaštita d buke. [2]
14. Zvučne izolacije i metode proračuna zvučnih izolacija [2]
15. Upotreba izolacijskih materijala u praksi. [2]

- Vježbe:

1. Primjeri rješavanja zadataka - toplinski problemi [2]
2. Korištenje BIM-a za projektiranje NZEB-a [2]
3. Izrada BIM modela NZEB zgrade [2]
4. Primjeri - Problemi transporta mase [4]
5. Faze projektnog elaborata, podjela programa [2]
6. Numerički proračun toplinskih mostova [2]
7. Termotehnički sustavi u zgradama [2]
8. Rad sa softwareom za Građevinsku fiziku [2]
9. Obilazak laboratorija IGH za građevinsku fiziku [2]

10. Termovizijska kamera i ispitivanje zrakopropusnosti [2]
11. Vlaga [2]
12. Buka [4]
13. Primjeri - buka u zgradama [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75% te auditornih i laboratorijskih vježbi 100%,
- izrada programa,
- izrada seminarskog rada,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 50%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena postignuta tijekom semestra: kolokviji 50%, seminari i programi 40%, pohađanje nastave 10 %.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit,
- pismeni ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena postignuta tijekom semestra 60%, usmeni ispit 40%.

Obvezna literatura:

Nastavni materijali dostupni na Moodle sustavu za e-učenje.

1. ŠIMETIN, Vladimir: Građevinska fizika - GI, Fakultet građevinskih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1983
2. Vadas, Tatjana; Tepavac-Kocijan, Ljiljana; Milovanović, Bojan Kontinuirana izobrazba građevinskih radnika u okviru energetske učinkovitosti - Priručnik za trenere / Krovopokrivač / Banjad Pečur, Ivana (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2016
3. Ciglar, Ivan; Delladio, Snježana; Milovanović, Bojan Kontinuirana izobrazba građevinskih radnika u okviru energetske učinkovitosti - Priručnik za trenere / Tesar / Banjad Pečur, Ivana (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2016
4. Kalšan, Darinka; Milovanović, Bojan Kontinuirana izobrazba građevinskih radnika u okviru energetske učinkovitosti - Priručnik za trenere / Monter suhe gradnje / Banjad Pečur, Ivana (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2016
5. Kalšan, Darinka; Milovanović, Bojan; Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava Kontinuirana izobrazba građevinskih radnika u okviru energetske učinkovitosti - Priručnik za trenere / Fasader / Banjad Pečur, Ivana (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2016
6. Lukman, Tatjana; Plavljanić, Đurđa; Milovanović, Bojan Kontinuirana izobrazba građevinskih radnika u okviru energetske učinkovitosti - Priručnik za trenere / Soboslikar Ličilac / Banjad Pečur, Ivana (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2016
7. Lukman, Tatjana; Kalšan, Darinka; Milovanović, Bojan Kontinuirana izobrazba građevinskih radnika u okviru energetske učinkovitosti - Priručnik za trenere / Zidar / Banjad Pečur, Ivana (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2016
8. Lukman, Tatjana; Kalšan, Darinka; Plavljanić, Đurđa; Milovanović, Bojan; Carević, Ivana; Ćurković, Katarina; Grgurić, Silvija; Ivanović, Marija; Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava Kontinuirana izobrazba građevinskih radnika u okviru energetske

učinkovitosti – Zajednički dio / Banjad Pečur, Ivana (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2016

Preporučena literatura:

1. HENS, Hugo; Building Physics - Heat, Air and Moisture: Fundamentals and Engineering Methods with Examples and Exercises, Wiley-VCH, 20083. Treća knjiga
2. HAGENTOFT, Carl-Eric: Introduction to Building Physics - Studentlitteratur AB, 20014.
3. MONOGRAFIJA: Građevinska fizika i materijali - Jugoslovensko društvo za ispitivanje i istraživanje materijala i konstrukcija, Beograd, 2003
4. GALOVIĆ, Antun: Termodinamika I - Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb : 2004
5. GALOVIĆ, Antun: Termodinamika II - Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb : 2003
6. KULIŠIĆ, Petar: Mehanika i toplina - Školska knjiga Zagreb, 2005
7. STAUFENBIEL, Georg; WESSIG, Josef: Bauphysik und Baustofflehre – eine Einfuhrung in Experimenten - Bauverlag BV GmbH 1989
8. PORGES, George: Applied Acoustics - Peninsula Publishing; 1987
9. BURNS, William: Noise and Man - John Murray Publishers Ltd; 1973
10. BRANDT, Jörg; MORITZ, Helmut: Bauphysik nach Maß - Vbt Verlag Bau U. Technik 2003
11. AMMERER, Walter F.: Wärme- und Kälteschutz im Bauwesen und in der Industrie - Springer, Berlin 2002
12. GASKELl, David: Introduction to the Thermodynamics of Materials, Taylor & Francis, London 1995

POLIMERI

Vidjeti u poglavlju Smjer Teorija i modeliranje konstrukcija.

MEHANIKA MATERIJALA

Vidjeti u poglavlju Smjer Teorija i modeliranje konstrukcija.

Izborni kolegiji

MATEMATIKA 3.

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

STOHASTIČKI PROCESI

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

1. godina, 2. semestar

Obvezni kolegiji

TRAJNOST KONSTRUKCIJSKIH MATERIJALA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 26 (auditorne: 12, konstrukcijske: 10; laboratorijske: 4)
- seminari: 4

Ciljevi kolegija:

- stjecanje proširenog teorijskog i praktičnog znanja o ponašanju konstrukcija pod opterećenjem iz okoliša tijekom uporabnog vijeka,
- osposobljavanje za razlikovanje različitih mehanizama propadanja konstrukcijskih materijala te povezivanje uzroka i posljedica djelovanja pojedinog okolišnog opterećenja uz pomoć vlastitog znanja i suvremenih znanstvenih tijekova.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih svojstava i sastava građevinskih materijala,
- poznavanje osnovnih mehanizama prodora i izmjene tvari unutar materijala,
- poznavanje osnova kemijskih reakcija između materijala i okoline.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Teorija i tehnologija betona.

Ishodi učenja kolegija:

- produbljeno i prošireno znanje o degradacijskim procesima (kemijskim, fizikalnim, mehaničkim i biološkim) konstrukcijskih materijala i specijalnim trajnosnim opterećenjima iz okoliša,
- samostalna izrada projekta ocjene stanja i održavanja konstrukcije ovisno o vrsti konstrukcijskog materijala te proračun uporabnog vijeka konstrukcijskih materijala,
- preporučiti ciljanim skupinama nove metode preventivne zaštite konstrukcijskim materijala ovisno o tipu i vrsti konstrukcije i okoliša,
- sposobnost za među-stručno/interdisciplinarno istraživanje (građevinarstvo, kemija, elektrokemija, drvna tehnologija, strojarstvo itd.).

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod, podjela i svojstva konstrukcijskih materijala, općenito o mehanici trajnosti konstrukcijskih materijala [2]
  2. Mehanizam korozije metala [2]
  3. Zaštita metala od korozije [2]
  4. Strategija projektiranja trajnosti materijala metalnih konstrukcijama [2]
  5. Mehanizam degradacije i zaštita kamena i polimera [2]
  6. Mehanizam degradacije i zaštita drva [2]
  7. Kolokvij

8. Mehanizam degradacije i zaštita stakla [2]
9. Mehanizam degradacije i zaštita zida [2]
10. Mehanika trajnosti betona [4]
11. Zaštita betona i armiranog betona [2]
12. Strategija projektiranja trajnosti materijala u AB konstrukcijama [2]
13. Održivi konstrukcijski materijali [2]
14. Kolokvij

- Vježbe:
  1. Osnove elektrokemijske korozije metala, metode za ispitivanje korozije [2]
  2. Specifični oblici korozije u građevinarstvu i drugim inženjerskim granama [2]
  3. Metode zaštite metala - Primjer pocinčavanja [2]
  4. Ispitivanje sustava površinske zaštite metalnih konstrukcija [2]
  5. Primjeri oštećenja drva u građevinarstvu i drugim inženjerskim granam [2]
  6. Degradacija materijala u tlu [2]
  7. Primjeri oštećenja zida u građevinarstvu [2]
  8. Ocjena stanja betona [2]
  9. Primjena metoda za ocjenu stanja betona [2]
  10. Metode ispitivanja korozije armature u betonu (elektrokemijska ispitivanja korozije armature, korozijski monitoring) [2]
  11. Primjeri zaštite armiranog betona (inhibitori, katodna i anodna zaštita, nehrđajući čelik) [2]
  12. Proračun uporabnog vijeka uz primjenu računalnih programa [2]
  13. Primjena računalnih programa za proračun uporabnog vijeka konstrukcija pod specifičnim okolišnim opterećenjima [2]
- Seminari:
  1. Prepoznavanje različitih mehanizama degradacije na osnovu rezultata ispitivanja, kemijskih i mikroskopskih analiza materijala [2]
  2. Završne prezentacije projektnih zadataka uz diskusiju i usmenu provjeru stečenog znanja [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% pohađanja predavanja i 100% pohađanja vježbi,
- 2 kolokvija: treba ostvariti 60% na svakom kolokviju,
- izrada problemskih zadataka i prezentacija seminara.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: 2,
- problemski zadatci: 4
- seminar: 1

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjena se formira na osnovi rada tijekom semestra.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- 60%×ocjena iz kolokvija + 20%×ocjena iz seminara + 20%×problemskih zadataka.

Obvezna literatura:

1. Bijen, J.: *Durability of Engineering Structures*, CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2003.

2. Beushausen, H., Fernandez Luco, L. Performance-based specifications and control of concrete durability, State-of-the-art report RILEM TC 230-PSC, Springer, 2016.

Preporučena literatura:

1. Mays, G.: *Durability of Concrete Structures*, E & FN Soon, London, 1992.
2. Bentur, A.; Diamond, S.; Berke, N. S.: *Steel Corrosion in Concrete*, E & FN Soon, London, 1997.
3. Maekawa, K.; Rajesh, P.; Chaube and Kishi, T.: *Coupled Mass Transport, Hydration and Structure Formation Theory for Durability Design of Concrete Structures*, http://concrete.t.utokyo.ac.jp/en/demos /ducom/brieftheory/ consec1.html.
4. E. Gjorv, Koji Sakai*: Concrete Technology for a Sustainable Development in the 21st Century*, E&FN SPON, London, 2000.
5. Tony C. Liu, Christian Meyer: Recycling Concrete and Other materials for Sustainable Development, ACI International, SP – 219, 2004.
6. Hendriks, Ch. F.; Pieterson, H. S.: *Sustainable Raw materials, Construction and Demolition waste*, RILEM, Report 22, 2000.
7. Jamal M. Khatib: *Sustainability of construction materials*, Woodhead Publishing Limited, 2009.

POSEBNI BETONI I TEHNOLOGIJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe: 30 (auditorne: 10, laboratorijske: 16, terenske: 4)

Ciljevi kolegija:

- razumijevanje različitih posebnih tehnologija betona,
- stjecanje znanja o odabiru sastavnih komponenti u zavisnosti o vrsti betona,
- razumijevanje zavisnosti između svojstava, strukture i tehnologije pojedinih vrsta betona,
- upoznavanje sa tehnologijom proizvodnje, transporta, ugradnje i njegovanja,
- stjecanje znanja o načinu dokaza kvalitete u betonari i na gradilištu,
- stjecanje znanja o projektiranju sastava za različite vrste betona,
- upoznavanje sa primjenom posebnih tehnologija betona.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih svojstava komponenti za izradu betona,
- poznavanje proračuna sastava betona,
- poznavanje osnova tehnologije betona.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Teorija i tehnologija betona.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:

1. razraditi tehnologiju primjene za različite vrste betona,
2. projektirati sastav betona za različite vrste betona,
3. izraditi projektirani beton na betonari,
4. izraditi plan osiguranja kvalitete izvedbe betonske konstrukcije,

5. provesti kontrolu kvalitete na gradilištu,
6. interpretirati rezultate ispitivanja svojstava betona.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod u pravce razvoja tehnologije betona [3]
  2. Samozbijajući beton [3]
  3. Arhitektonski beton [3]
  4. Mikroarmirani beton [3]
  5. Laki betoni. Teški betoni [3]
  6. Mlazni beton [3]
  7. Beton visokih uporabnih svojstava. Beton visoke čvrstoće [3]
  8. Hidrotehnički betoni. Masivni betoni. Uvaljani betoni [3]
  9. Betoni kolničke konstrukcije. Betoni u tunelima [3]
  10. Polimerom modificirani betoni i mortovi. Beton i mort za sanaciju i ojačanje [3]
  11. Beton od recikliranog agregata [3]
  12. Mortovi. Injekcijske smjese [3]
  13. Tehnologija betoniranja na visokim i niskim temperaturama [3]
  14. Posebne tehnologije ugradnje betona [3]
  15. Primjeri građevina izvedenih posebnim betonima i tehnologijama [3]
- Auditorne vježbe:
  1. Dostignuća u području posebnih betona i tehnologija [2]
  2. Samozbijajući beton [2]
  3. Mikroarmirani beton [2]
  4. Termički proračun masivnog betona [2]
  5. Primjeri praktične primjene posebnih betona i tehnologija [2]
- Laboratorijske vježbe:
  1. Samozbijajući beton [2]
  2. Mikroarmirani beton [2]
  3. Lagani beton [2]
  4. Ispitivanje svojstava očvrslog samozbijajućeg betona [2]
  5. Ispitivanje svojstava očvrslog mikroarmiranog betona [2]
  6. Ispitivanje svojstava očvrslog laganog betona [2]
  7. Betoni ultra visikih čvrstoća [2]
  8. Ispitivanje svojstava očvrslog betona ultra visokih čvrstoća [2]
- Laboratorijske vježbe:
  1. Primjeri primjene u praksi [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75%, auditornih vježbi 100%, laboratorijskih vježbi 100%,
- izrada 2 programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrada 2 programa – projektiranje sastava i eksperimentalno ispitivanje svojstava u svježem i očvrslom stanju.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena programa 50%, usmeni ispit 50%.

Obvezna literatura:

1. Bjegović, D.; Štirmer, N.: Teorija i tehnologija betona, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Tiskara Zelina, 2015
2. Ukrainczyk, V.: *Beton: struktura, svojstva, tehnologija*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1994.
3. Newman, J.; Seng Choo, B.: *Advanced Concrete Technology-Process*, Elsevier Ltd., 2003.
4. Kosmatka, S. H.; Kerkhoff, B.; Panarese, W. C.; MacLeod, N. F.; McGrath, R. J.: *Design and Control of Concrete Mixtures*, Cement Association of Canada, Seventh Edition, 2002.
5. Mehta, P. K: *Concrete, Structure, Properties and Materials*, New Yersey: Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1986.
6. Neville, A.M.: *Properties of concrete*, fourth edition. Essex: Longman Group Limited, 1995.

Preporučena literatura:

1. Aitcin, P. C.: *High-Performance Concrete*, E&FN SPON, London, 1998.
2. Nawy, E.: *Fundamentals of high-performance concrete*, Second edition, John Wiley&Sons, Inc., New York, 2001.

BETONSKE I ZIDANE KONSTRUKCIJE 2.

Vidjeti u poglavlju Smjer Konstrukcije.

Izborni kolegiji

PRIMIJENJENA GEOLOGIJA

Vidjeti u poglavlju Smjer Geotehnika.

ZAŠTITA OKOLIŠA

Vidjeti u poglavlju Smjer Hidrotehnika.

UPRAVLJANJE KVALITETOM

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe: 30 (auditorne: 10, konstrukcijske: 20)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje znanja o principima upravljanja kvalitetom,
- stjecanje znanja primjeni statističkih metoda za ocjenu kvalitete građevnih proizvoda,
- stjecanje znanja o postupku ocjenjivanja sukladnosti građevnih proizvoda.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih razdioba vjerojatnosti,
- poznavanje sustava ocjenjivanja sukladnosti građevnih proizvoda.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Teorija i tehnologija betona.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:

- izraditi Priručnik kvalitete laboratorija,
- organizirati međulaboratorijsko ispitivanje,
- primijeniti statističke metode za ocjenu kvalitete građevnih proizvoda,
- napraviti plan uzorkovanja,
- izraditi kontrolnu kartu i operativnu krivulju,
- opisati sustave upravljanja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod u područje kvalitete i upravljanja kvalitetom [3]
2. Akreditiranje laboratorija i certificiranje građevinskih proizvoda [3]
3. Temeljna načela kontrole kvalitete, osiguravanja kvalitete i totalnog upravljanja kvalitetom [3]
4. Statistička pomagala za analiziranje podataka [3]
5. Informacijski sustavi kvalitete [3]
6. Metode i tehnike upravljanja kvalitetom [3]
7. Tvornička kontrola proizvodnje [3]
8. Upravljanje kvalitetom u proizvodnji betona [3]
9. Usklađivanje zakonodavstva RH sa zakonodavstvom EU [3]
10. Europske i međunarodne norme o kvaliteti [3]
11. Kvaliteta u građevinskim projektima [3]
12. Upravljanje okolišem – Procjena životnog ciklusa (LCA) [3]
13. Mjerna nesigurnost [3]
14. Osiguranje kvalitete rezultata ispitivanja [3]
15. Trendovi u području upravljanja kvalitetom [3]

- Vježbe (auditorne):

1. Izrada Priručnika kontrole kvalitete laboratorija [2]
2. Planovi uzorkovanja materijala za ispitivanje kontrole kvalitete [2]
3. Izrada plana kontrole za građevinske materijale [2]
4. Procjena mjerne nesigurnosti [4]

- Vježbe (konstrukcijske):

1. Rješavanje i izrada programa [20]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75% te auditornih i konstrukcijskih vježbi 100 %,
- izrada 3 programa,

- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25 %; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 60% te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave i predaju programa, oslobađaju se pisanog dijela ispita,
- ocjena postignuta tijekom semestra: kolokviji 100%.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio ispita 50%, usmeni ispit 50%,
- za studente koji su oslobođeni pisanog dijela: ocjena postignuta tijekom semestra 80 %, usmeni ispit 20%.

Obvezna literatura:

1. Juran, J. M.; Gryna, F. M.: *Planiranje i analiza kvalitete*, treće izdanje, Mate d.o.o., Zagreb, 1999.
2. Skoko, H.: *Upravljanje kvalitetom*, Sinergija, Zagreb, 2000.
3. Štirmer, N.; Gabrijel, I.: Interna skripta iz Upravljanja kvalitetom, repozitorij kolegija, http://www.grad.unizg.hr/predmet/uprkva

Preporučena literatura:

1. De Feo, J.; Barnard, W.: *Juran Institute's Six Sigma Breakthrough and Beyond*, Juran Institute, 2003.
2. Feigenbaum, A. V.: *Total quality control*, McGraw-Hill, 1991.
3. Juran, J. M.; De Feo, J.: *Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence*, 6th Edition, McGraw Hill, 2010.
4. Deming, W. E.: *Some Theory of Sampling*, Dover Publications, 2010.
5. Kelly, J. M.: *Total Quality management*, Protecon, Zagreb, 1997.
6. Shewhart, W. A.: Statistical *Method from the Viewpoint of Quality Control*, Dover Publications, 2011.

TEORIJA ELASTIČNOSTI I PLASTIČNOSTI

Vidjeti u poglavlju **Smjer Teorija i modeliranje konstrukcija**.

2. godina, 3. semestar

Obvezni kolegiji

PREDGOTOVLJENI SUSTAVI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 20, konstrukcijske: 6, terenska nastava: 4)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje znanja o različitim vrstama predgotovljenih elemenata,
- razumijevanje zavisnosti između materijala, tehnologije i svojstava predgotovljenih elemenata,
- stjecanje znanja o projektiranju i građenju predgotovljenih objekata,
- stjecanje znanja o spojevima kod predgotovljenih sustava,
- upoznavanje sa osnovama proizvodnje predgotovljenih elemenata.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnovnih svojstava betona,
- poznavanje osnova tehnologije betona.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Posebni beton i tehnologije.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:
- ocijeniti primjenjivost pojedine vrste predgotovljenih elemenata,
- odabrati predgotovljeni element za određenu primjenu,
- predložiti tehnologiju proizvodnje, transporta i montaže predgotovljenog elementa,
- ocijeniti rezultate ispitivanja predgotovljenih elemenata,
- načiniti program dokaza kvalitete predgotovljenog elementa.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:

1. Osnovni principi proizvodnje i gradnje sa predgotovljenim sustavima [2]
2. Materijali za predgotovljene sustave [2]
3. Konstruktivni sistemi u visokogradnji [2]
4. Pregotovljeni betonski elementi u visokogradnji [2]
5. Predgotovljene betonske stropne konstrukcije [2]
6. Primjena predgotovljenih sustava u mostogradnji i prometnicama [2]
7. Primjena predgotovljenih sustava u drugim područjima graditeljstva [4]
8. Nearmirani predgotovljeni betonski elementi [2]
9. Kompozitne konstrukcije sa predgotovljenim betonskim elementima [2]
10. Ekološki aspekti predgotovljene gradnje [2]
11. Skladištenje, transport i montaža predgotovljenih sustava [2]
12. Tvornice predgotovljenih sustava [2]

13. Posebne tehnologije i materijali kod predgotovljenih sustava [2]
14. Robotika, ekonomika i koordinacija među sudionicima gradnje [2]

- Auditorne vježbe:

1. Spojevi kod skeletnih sistema visokogradnje [2]
2. Spojevi kod panelnih sistema visokogradnje [2]
3. Spojevi kod predgotovljenih stropnih konstrukcija [2]
4. Spojevi kod kompozitnih konstrukcija [2]
5. Primjena predgotovljenih sustava u mostogradnji [2]
6. Kolokvij
7. Primjena predgotovljenih sustava u pomorskoj gradnji [2]
8. Primjeri gradnje sa predgotovljenim sustavima [4]
9. Kolokvij

- Konstrukcijske vježbe:

1. Seminari [6]

- Terenska nastava:

1. Posjet tvornici za proizvodnju predgotovljenih betonskih elemenata [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75%, auditornih vježbi 100%, terenske nastave 100%,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25 %; jedan popravni kolokvij,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 60 % te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave oslobađaju se dijela pisanog ispita,
- izrada programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio ispita 50%, usmeni ispit 50 %.

Obvezna literatura:

1. FIB Commission 6: *Planning and Design Handbook on Precast Building Structures*, 2004.
2. Kim S. Elliot: *Precast Concrete Structures*, Butterworth Heinmann, 2002.
3. Kim S. Elliot: *Multi-storey precast concrete framed structures*, Blackwell Science, 1996.
4. National Precast Concrete Association Australia, Concrete Institute of Australia: *Precast Concrete Handbook*, 2002.
5. FIB bulletin no. 21: *Environmental issues in prefabrication*, state-of-art report, 2003.
6. FIB bulletin no. 19: *Precast concrete in mixed construction*, state-of-art report, 2002.

Preporučena literatura:

1. Precast Concrete Institute: *Design Handbook Precast and Prestressed Concrete*, Fifth Edition, 1999.

NERAZORNA ISPITIVANJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 16, laboratorijske: 14)

Ciljevi kolegija:
- upoznavanje sa nerazornim metodama ispitivanja za ocjenu stanja materijala u konstrukciji,
- razumijevanje teorijskih i praktičnih principa primjene pojedinih nerazornih ispitivanja,
- stjecanje znanja o planiranju i provedbi nerazornih ispitivanja,
- stjecanje znanja o interpretaciji rezultata nerazornih ispitivanja,
- stjecanje znanja o ocjeni stanja konstrukcije na temelju dobivenih rezultata ispitivanja,
- upoznavanje sa primjenom nerazornih ispitivanja pri gradnji objekata.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnovnih svojstava materijala,
- osnovna znanja o mehanizmima oštećenja materijala i konstrukcija.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Posebni betoni i tehnologije, Trajnost konstrukcijskih materijala.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:
- interpretirati rezultate različitih nerazornih ispitivanja,
- organizirati i provesti nerazorna ispitivanja,
- izraditi program ispitivanja tijekom gradnje ili pojačanog održavanja objekta,
- predložiti primjenu metode ispitivanja u zavisnosti o stanju objekta,
- dati ocjenu o stanju objekta na temelju provedenih ispitivanja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:

1. Uvod u nerazorne metode ispitivanja [2]
2. Osoblje. Ispitivanje penetrantima [2]
3. Vizualni pregledi [2]
4. Principi određivanja čvrstoće materijala u konstrukciji [2]
5. Procjena čvrstoće mladog betona metodom zrelosti [2]
6. Metode određivanja svojstava propusnosti betona [2]
7. Električne i magnetske metode ispitivanja [2]
8. Ispitivanje ultrazvukom [2]
9. Metode zasnovane na širenju akustičnih valova kroz materijal [2]
10. Akustična emisija [2]
11. Ispitivanje radarom [2]
12. Infracrvena termografija [2]
13. Radijacijske metode [2]
14. Propisi i norme za provedbu nerazornih ispitivanja. [2]
15. Planiranje nerazornih ispitivanja [2]

- Auditorne vježbe:

1. Vizualni pregledi [2]
2. Nerazorno određivanje čvrstoće [2]
3. Ispitivanja svojstava povezanih s trajnosti [2]
4. Kolokvij
5. Metode udara i ultrazvučne metode [2]
6. Primjeri provedbe nerazornih ispitivanja na postojećim objektima [4]
7. Kolokvij

- Laboratorijske vježbe:

1. Nerazorno određivanje čvrstoće: sklerometar, lock test, capo test, pull off test [2]
2. Primjena metode zrelosti [2]
3. Ispitivanja svojstava povezanih s trajnosti [2]
4. Ispitivanja metodom transmisije ultrazvuka [2]
5. Metode udara i ultrazvučne metode [2]
6. Akustična emisija [2]
7. Infracrvena termografija [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75%, auditornih vježbi 100%, laboratorijskih vježbi 100%,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25%; jedan popravni kolokvij,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 2 kolokvija,
- izrada zadaća na laboratorijskim vježbama
- izrada programa

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni i pismeni ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 60 % te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave i predaju program, oslobađaju se pismenog ispita
- ocjena programa 50%, usmeni ispit 50%.

Obvezna literatura:

1. Malhotra, V. M.; Carino, N. J.: *Handbook on Nondestructive Testing of Concrete*, Second Edition, CRC Press, 2004.
2. Raj, B.; Jayakumar, T.; Thavasimuthu, M.: *Practical non-destructive testing*, Alpha science, 2002.

Preporučena literatura:

1. Krstelj, V.: *Ultrazvučna kontrola*, FSB, Zagreb, 2003.

ZAŠTITA OD POŽARA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

- vježbe: 30 (auditorne: 8, laboratorijske: 4, konstrukcijske: 10, na računalima: 6, terenske: 2)
- seminar: 30

Ciljevi kolegija:

- definiranje parametara razvoja požara u zatvorenim prostorima,
- stjecanje znanja o principima ispitivanja i klasifikacije materijala i građevinskih proizvoda obzirom na svojstva kojima se definira njihov doprinos razvoju požara,
- stjecanje znanja potrebnih za analizu konstrukcijskih elemenata od različitih materijala prema preskriptivnom pristupu i prema pristupu koji se temelji na svojstvima (tzv. performance-based design),
- upoznavanje s aktivnim mjerama zaštite od požara građevina,
- upoznavanje s važećom regulativom u Republici Hrvatskoj prema kojoj se projektiraju mjere zaštite od požara građevina,
- definiranje parametara za ocjenu stanja opožarenih konstrukcija prema materijalu od kojega su izrađene.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- osnovna znanja iz znanosti o materijalima, matematike, termodinamike i kemije.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Posebni betoni i tehnologije,
- položen ispit iz kolegija: Građevinska fizika.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:

- kvantitativno procijeniti različite parametre požara u zatvorenim prostorima (požarno opterećenje, snaga požara, maksimalno postignuta temperaturu u prostora, maksimalno postignuta temperatura kojoj je pojedini konstruktivni element izložen i sl.),
- ocijeniti i klasificirati materijale i građevinske proizvode prema rezultatima ispitivanja svojstava reakcije na požar,
- analizirati glavne učinke djelovanja temperature na svojstva (toplinska i mehanička) materijala građevinskih konstrukcija (betona, čelika, drveta, i sl.),
- analizirati elemente konstrukcije u slučaju požara obzirom na preskriptivni pristup i pristup koja se temelji na svojstvima (tzv. performance-based),
- izraditi Elaborat zaštite od požara prema tekućoj regulativi u Republici Hrvatskoj,
- ocijeniti stanje opožarene konstrukcije obzirom na materijal konstrukcije (beton, čelik, drvo, opeka i sl.).

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod u kolegij [2]
2. Osnove nastanka i širenja požara u građevini [2]
3. Modeliranje razvoja i širenja požara [2]
4. Djelovanje požara na materijale i konstrukcije – općenito [2]
5. Djelovanje požara na armiranobetonske elemente konstrukcije i njihova zaštita [2]
6. Djelovanje požara na čelične elemente konstrukcije i njihova zaštita [2]
7. Djelovanje požara na drvene elemente konstrukcije i njihova zaštita [2]
8. Utvrđivanje stanja opožarene konstrukcije [2]

9. Aktivni sustavi zaštite od požara [4]
10. Arhitektonsko-urbanističke mjere zaštite od požara [8]
11. Regulativa iz područja zaštite od požara [2]

- Auditorne vježbe:

1. Osnove nastanka i širenja požara u građevini [2]
2. Ponašanje materijala u požaru – ispitivanje i klasifikacija građevinskih materijala prema požarnim značajkama [2]
3. Utvrđivanje stanja opožarene konstrukcije [2]
4. Case studies [2]

- Laboratorijske vježbe:

1. Reakcija materijala na požar [2]
2. Djelovanje požara na konstrukcije [2]

- Konstrukcijske vježbe:

1. Osnove nastanka i širenja požara u građevini [2]
2. Sadržaj prikaza mjera zaštite od požara [8]

- Na računalima:

1. Modeliranje razvoja požara [2]
2. Djelovanje požara na konstrukcije - izračun razvijene temperature u elementima konstrukcije [4]

- Terenske vježbe: Pasivne i aktivne mjere zaštite od požara na konkretnoj zgradi [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75% i vježbi 100%,
- izrada i prezentacija programa u timu,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25 %; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 60 % te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave i predaju i obrane program, oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjena se formiran na osnovi rada tijekom semestra.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena postignuta tijekom semestra: kolokviji 60%; program 30%; pohađanje nastave 10%.

Obvezna literatura:

1. Bjegović, D. et al.: *Repozitorij kolegija*, http://www.grad.unizg.hr/predmet/zop.
2. Buchanan, A. H.: *Structural Design for Fire Safety*, John Wiley & Sons Ltd, England, 2002.
3. Purkiss, J. A.: *Fire safety engineering – Design of structures*, Second edition. Oxford: Elsevier Ltd. 2007.
4. *Design of buildings for the fire situation*, Leonardo da Vinci pilot project CZ/02/B/F/PP-134007 (http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/showpublication.php?id=66)
5. Vidaković, M.: *Požar i arhitektonski inženjering*, Fahrenheit, Beograd, 1995.

Preporučena literatura:

1. Predavanja na poslijediplomskom specijalističkom studiju Požarno inženjerstvo.
2. Drysdale, D.: *An Introduction to Fire Dynamics*, Wiley & Sons, 2003. (pojedina poglavlja).
3. *An Introduction to Fire Dynamics by Dougal Drysdale*, 2nd Ed., Wiley 1998.

http://www.civ.ed.ac.uk/research/fire/technicalreports.html
http://www.civ.ed.ac.uk/research/fire/thesis.html

4. Karlsson, B.; Quintiere, J. G.: *Enclosure Fire Dynamics*, CRC Press, 2000 (pojedina poglavlja).
5. HRN EN 1991-1-2:2008, Eurokod 1 – Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-2: Opća djelovanja – Djelovanja na konstrukcije izložene požaru (EN 1991-1-2:2002).
6. HRN EN 1992-1-2:2008, Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – Dio 1-2: Opća pravila – Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1992-1-2:2004+AC:2008).
7. HRN EN 1993-1-2:2008, Eurokod 3 – Projektiranje čeličnih konstrukcija – Dio 1-2: Opća pravila – Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1993-1-2:2005+AC:2005).
8. HRN EN 1994-1-2:2008, Eurokod 4 – Projektiranje spregnutih konstrukcija od čelika i betona – Dio 1-2: Opća pravila – Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1994-1-2:2005+AC:2008).
9. HRN EN 1995-1-2:2008, Eurokod 5 – Projektiranje drvenih konstrukcija – Dio 1-2: Općenito – Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1995-1-2:2004+AC:2006).
10. HRN EN 1996-1-2:2008, Eurokod 6 – Projektiranje zidanih konstrukcija – Dio 1-2: Opća pravila – Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1996-1-2:2005).
11. HRN EN 1999-1-2:2008, Eurokod 9 – Projektiranje aluminijskih konstrukcija – Dio 1-2: Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1999-1-2:2007).
12. ACI 216 R-89: *Guide for Determining the Fire Endurance of Concrete Elements*, 1994.
13. ACI 216.1-97/TMS 0216.1-97: *Standard Method for Determining Fire Resistance of Concrete and masonry Construction Assemblies*, 1997.
14. SFPE Handbook od Fire Protection Engineering, 2nd Edition, National Fire Protection Association, 1995.

Izborni kolegiji

TEHNOLOGIJA SANACIJA I OJAČANJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 22 (auditorne: 14, konstrukcijske: 8)
- seminari: 8

Ciljevi kolegija:

- integriranje znanja prikupljenih na kolegijima inženjerskog preddiplomskog i diplomskog studija te dodatno osposobljavanje za potrebe samostalne analize postojećih građevina i projektiranje njihove sanacije (popravka, obnove i/ili ojačanja).

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- objašnjenje svojstava pojedinih građevinskih materijala i njihovih mogućih mehanizama degradacija,
- teorijsko i praktično znanje o ponašanju konstrukcija pod opterećenjem i drugim djelovanjima,

- prepoznavanje različitih mehanizama degradacije materijala na osnovu primijećenih posljedica na ugrađenom materijalu.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Posebni betoni i tehnologije, Trajnost konstrukcijskih materijala,
- položen ispit iz kolegija: Građevinska fizika.

Ishodi učenja kolegija:

- povezati određeni mehanizam degradacije betona s načelom i metodom popravka armiranobetonske konstrukcije,
- razlikovati i usporediti različite materijale i sustave za popravak i ojačanje armiranobetonskih konstrukcija,
- propisati zahtijevana svojstva materijala i sustava i metode kontrole kvalitete tijekom i nakon izvođenja popravaka i ojačanja armiranobetonskih konstrukcija,
- analizirati i usporediti različite metode popravka konstrukcije u pogledu funkcionalnosti i trajnosti te ekološke i ekonomske isplativosti tijekom cjeloživotnog vijeka,
- preporučiti i propisati optimalno načelo i metodu popravka ovisno o uzroku prijevremenog propadanja konstrukcije i rezultatima višekriterijske usporedbe alternativa,
- samostalna izrada projekta popravka konstrukcije koji uključuje: ocjenu stanja konstrukcije, predloženu metodu popravka i ojačanja, materijale za popravak i metode kontrole popravka tijekom i nakon izvođenja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod [2]
2. Uzroci oštećenja i ocjena stanja betonskih konstrukcija [2]
3. Tehnologija sanacije betonskih konstrukcija [4]
4. Tehnologija ojačanja betonskih konstrukcija [2]
5. Kolokvij
6. Interakcija materijala, tehnologija i konstrukcije pri sanaciji [2]
7. Sustavi zaštite betonskih konstrukcija [4]
8. Izvođenje, kontrola kvalitete i održavanje betonskih konstrukcija [2]
9. Ocjena stanja, sanacija i ojačanje zidanih konstrukcija [4]
10. Ocjena stanja, sanacija i ojačanje metalnih konstrukcija [3]
11. Ocjena stanja, sanacija i ojačanje kolničkih konstrukcija [3]

- Vježbe:

Auditorne:

1. Primjeri otkazivanja betonskih konstrukcija [2]
2. Zakonska regulativa za sanaciju betonskih konstrukcija [2]
3. Sadržaj i oprema projekta sanacije [2]
4. Uklanjanje, priprema površine i reprofilacija betona [2]
5. Posebne metode sanacije [2]
6. Ojačanje betonskih konstrukcija [2]
7. Ocjena stanja metalnih konstrukcija [2]

Konstrukcijske:

1. Izrada projektnog zadatka [8]

Seminari:

1. Odabir i ocjena stanja projektne građevine [2]
2. Odabrane metode sanacije projektne građevine [2]
3. Odabrani i propisani zahtjevi za materijale i sustave, propisivanje kontrole tijekom i nakon izvođenja [2]
4. Plan rada i procjena troškova sanacije projektne građevine [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% pohađanja predavanja i 100% pohađanja vježbi,
- izrada seminara (projektnog zadatka) u timu.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- seminar (projektni zadatak)

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena iz seminara

Obvezna literatura:

1. Raupach, M., Buttner, T. Concrete Repair to EN 1504 Diagnosis, Design, Principles and Practice, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2014.
2. Japan Concrete Institute. Practical Guideline for Investigation, Repair and Strengthening of Cracked Concrete Structures, 2013.
3. Radić i suradnici. Betonske konstrukcije - Sanacije, Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada, Sveučilište u Zagrebu - Građevinski fakultet, Secon HDGK, Andris, 2008.
4. HRN EN 1504 Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija.

Preporučena literatura:

1. Balia, A et al. Manuale delle murate storiche, Volume II. Schede operative per gli interventi di restauro strutturale, Tipografia del genio civile, 2011
2. Panasyuk, V.V., Marukha, V.I. Sylovanyuk, V.P. Injection Technologies for the Repair of Damaged Concrete Structures, Springer, DOI 10.1007/978-94-007-7908-2, 2014.
3. Whittle, R. Failures in Concrete structures. Case Studies in Reinforced and Prestressed Concrete, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013.
4. Agocs, Z., Ziotko, J., Vican, J., Brodniansky, J. Assessment and refurbishment of steel structures, Spon Press, Taylor & Francis Group, 2005.

BETONI PROMETNICA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 16 (auditorne)
- seminar: 14

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o tehnologiji proizvodnje, svojstvima i upotrebi betona na prometnicama,

- stjecanje praktičnih znanja o laboratorijskim ispitivanjima svojstava relevantnih za betone prometnica,
- stjecanje znanja o projektiranju sastava betona,
- stjecanje znanja o kontroli kvalitete građevinskih materijala.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje fizikalnih, mehaničkih i toplinskih svojstava materijala,
- poznavanje osnova statistike.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Posebni betoni i tehnologije.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:

- opisati tehnologiju materijala za pojedine betonske elemente na prometnicama,
- objasniti relevantna svojstava betona za te elemente,
- projektirati sastav betona,
- usporediti svojstva različitih betona za prometnice,
- primijeniti rezultate ispitivanja betona za pojedini element.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Betonski elementi na prometnicama i aerodromima [2]
2. Kolnici: betonski kolnici, asfaltni kolnici [4]
3. Obrada površine – hrapavost [2]
4. Mikoarmirani beton [2]
5. Betoni visokih čvrstoća [2]
6. Polimerom modificirani betoni. Mlazni betoni; Injektiranje [2]
7. Betoni u tunelima [2]
8. Sanacijski betoni i mortovi [2]
9. Tehnologija proizvodnje betona za prometnice [2]
10. Betoniranje u ekstremnim klimatskim uvjetima I [4]
11. Valjani betonski kolnik [2]
12. Vakumirani beton [2]

- Vježbe (auditorne):

1. Uvjeti za beton koji se koristi na prometnicama [4]
2. Proračun toka temperature u betonu [2]
3. Procjena rizika pojave pukotina [2]
4. Projektiranje sastava betona i program ispitivanja [4]
5. Predstavljanje tema i odabir tema seminara , upute [2]
6. Greške u betonskim kolnicima [2]

- Seminar:

1. Izrada i prezentacija seminara [14]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75% te auditornih i laboratorijskih vježbi 100%,
- izrada 1 seminara

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave i predaju seminara, oslobađaju se ispita,

- ocjena postignuta tijekom semestra: pisani dio seminara 50%, prezentacija seminara 40%, pohađanje nastave 10%.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjena se formiran na osnovu rada tijekom semestra.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio seminara 50%, prezentacija seminara 40%, pohađanje nastave 10 %
- usmeni ispit

Obvezna literatura:

1. Ukrainczyk, V.: *Beton: struktura, svojstva, tehnologija*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1994.
2. Ukrainczyk, V.: *Poznavanje gradiva*, Alcor, Zagreb, 2001.
3. Beslać, J.: *Materijali u arhitekturi i građevinarstvu*, Školska knjiga, Zagreb, 1989.
4. Korlaet, Ž.: *Uvod u projektiranje i građenje cesta*, udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, 1995.

Preporučena literatura:

1. *ACI Manual of Concrete Practice*, ACI Publication, SAD
2. Derucher, K. N.; Korfiatis, G. P.: *Materials for Civil & Highway Engineers*, second edition, Prentice Hall, 1988.

HIDROTEHNIČKI BETONI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 20, konstrukcijske: 10)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje znanja o karakterističnim svojstvima masivnog betona,
- stjecanje znanja o različitim metodama sprječavanja pojave termičkih pukotina,
- stjecanje znanja o zaštiti betonskih elemenata kod hidrotehničkih građevina,
- stjecanje znanja o mogućnostima primjene posebnih vrsta i tehnologija betona kod hidrotehničkih građevina.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje sastava i svojstava betona.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:

- procijeniti rizik pojave termičkih pukotina u masivnom betonu,
- odabrati prikladne komponente za sastav masivnog betona,
- analizirati utjecaj komponenata i uvjeta okoliša na promjene temperature u betonu,
- predložiti tehnologiju izvedbe betonskih hidrotehničkih građevina,
- ocijeniti rezultate ispitivanja betona u hidrotehničkim građevinama,
- analizirati i evaluirati materijale za sanaciju hidrotehničkih građevina.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod: karakteristike i primjena hidrotehničkih betona [2]
2. Toplina hidratacije: toplinska naprezanja i pukotine; volumenske promjene [2]
3. Kontrola pukotina u masivnom betonu [2]
4. Odabir sastojaka za izradu masivnih hidrotehničkih betona i projektiranje sastava [2]
5. Prijevoz, ugradnja i njega betona: dinamika betoniranja [2]
6. Betoniranje u ekstremnim klimatskim uvjetima [2]
7. Čvrstoća i deformacije: rizik pojave pukotina [2]
8. Sustavi za hlađenje masivnih betona [2]
9. Posebni betoni i tehnologije za izvedbu hidrotehničkih građevina: uvaljani beton, prepakt beton, betoniranje pod vodom [2]
10. Betoni poboljšane vodonepropusnosti [2]
11. Erozija betona kod hidrotehničkih građevina. Primjeri sanacije [2]
12. Zaštita betonskih elemenata kod hidrotehničkih građevina [2]
13. Procjena stanja hidrotehničkih betona u postojećim konstrukcijama [2]
14. Primjeri izvedbe hidrotehničkih građevina [2]
15. Propisi i norme u području primjene hidrotehničkih betona [2]

- Vježbe (auditorne)

1. Cement i toplina hidratacije; Temperatura mješavine [2]
2. Tijek oslobađanja topline hidratacije [2]
3. Proračun toplinskog toka u mladom betonu [2]
4. Distribucija temperature i pojava naprezanja u betonu tijekom izvedbe konstrukcija i rizik pojave pukotina [2]
5. Razvoj čvrstoće i krutosti u mladom betonu; ponašanje mladog betona pod opterećenjem [2]
6. Proračun naprezanja u mladom betonu [2]
7. Gubitak topline iz krutih tijela [2]
8. Kolokvij
9. Proračun toka temperature u masivnom betonu i procjena rizika pojave pukotina - rješavanje i izrada programa [2]

- Vježbe (konstruktivne):

1. Rješavanje i izrada programa [10]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75% te auditornih i konstrukcijskih vježbi 100%,
- izrada 1 programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25%; jedan popravni kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 60% te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave i predaju programa, oslobađaju se pisanog dijela ispita,
- ocjena postignuta tijekom semestra: kolokviji 100%.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio ispita 50%, usmeni ispit 50%,

- za studente koji su oslobođeni pisanog dijela: ocjena postignuta tijekom semestra 80%, usmeni ispit 20%.

Obvezna literatura:

1. *Advanced Concrete technology*, Processes, ed. Newman, J.; Seng Choo, B., Elsevier, 2003.
2. ACI 207.1R-05 *Guide to Mass Concrete.*
3. ACI 207.2R-07 *Report on Thermal and Volume Change Effects on Cracking of Mass Concrete.*
4. ACI 207.3R-94 *Practices for Evaluation of Concrete in Existing Massive Structures for Service Conditions.*
5. ACI 207.4R-05 *Cooling and Insulating Systems for Mass Concrete* (Reapproved 2012).
6. ACI 207.5R-11 *Report on Roller-Compacted Mass Concrete.*
7. ACI 210R-93 *Erosion of Concrete in Hydraulic Structures.*
8. Štirmer, N.; Gabrijel, I.: Interna skripta iz Hidrotehničkih betona, repozitorij kolegija, http://www.grad.unizg.hr/predmet/hidbet.
9. Bjegović, D.; Štirmer, N.: Teorija i tehnologija betona, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Tiskara Zelina, 2015.

Preporučena literatura:

1. *Prevention of Thermal Cracking in Concrete in Early Ages*, RILEM Report, Ed. R. Springenschmid, E & FN Spon, 1998.
2. Monteiro, P. J. M.: *Concrete – Microstructure, Properties and Materials*, McGraw-Hill, 2006.

METALNE KONSTRUKCIJE 2.

Vidjeti u poglavlju **Smjer Konstrukcije**.

ORGANIZACIJA RADA I PROIZVODNJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- pružiti studentima temeljno razumijevanje organizacije i upravljanja radom u proizvodnji i na gradilištima
- fokus kolegija je na upravljanje procesima i industrijskom inženjeringu povezanim s graditeljstvom
- proizvodnja elemenata modularne i montažne gradnje odvodi dijelove procesa u graditeljstvu u tvornice, zbog čega je upravljanje procesima jedna od važnih tema za razumijevanje i uspjeh inženjera u poslovanju
- studenti stječu potrebna znanja i vještine za učinkovitu analizu, planiranje, organiziranje i praćenje procesa rada i proizvodnje na gradilištima i tvorničkim pogonima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- osnovno razumijevanje građevinskih procesa i tehnologije građenja, kao i sposobnost analitičkog razmišljanja i rješavanja problema

- studenti trebaju biti upoznati s osnovnim principima upravljanja projektima i biti sposobni primijeniti matematičke i statističke alate u analizi i planiranju radnih procesa.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:

- razumjeti osnovne principe organizacije rada i proizvodnje u graditeljstvu
- analizirati i planirati građevinske procese koristeći relevantne alate i tehnike
- primijeniti koncepte upravljanja kvalitetom i sigurnošću u procesima rada na gradilištima i u proizvodnji građevinskih materijala i elemenata
- primijeniti osnovne koncepte industrijskog inženjeringa
- identificirati i riješiti probleme vezane uz organizaciju i upravljanje radom na gradilištima i u proizvodnim pogonima
- primijeniti znanje o resursima, vremenima i troškovima u planiranju i praćenju građevinskih aktivnosti.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Kratko osvježenje predznanja i uvod [2]
2. Organizacija rada: Povijesni razvoj organizacije rada; Razvitak graditeljstva; Organizacija rada; Taylorova principa; Načela organizacije rada; Budućnost studija rada; temeljna područja razvitka znanosti o radu. [2]
3. Organizacija proizvodnje: Pojam proizvodnje; Ciljevi proizvodnje; Znanstvene discipline organizacije proizvodnje; karakterističnih etapa razvoja proizvodnje [2]
4. Razvoj teorija organizacije: Nedostaci klasičnog pristupa organizaciji; Neoklasična teorija organizacije; Suvremene teorije organizacije; Sustavni pristup teoriji organizacije [2]
5. Teorije općeg menadžmenta: Noviji doprinosi razvoju općeg menadžmenta; Razvitak općeg menadžmenta; novija pristupa razvoju općeg menadžmenta; Kritika novijih teorija o općem menadžmentu [2]
6. Graditeljska proizvodnja: Građevinarstvo kao gospodarska grana; Obilježja i ograničenja razvoja građevinarstva i graditeljske proizvodnje; Graditeljska proizvodnja u «širem smislu»; Graditeljska proizvodnja u» užem smislu»; Proizvodni tehnološki proces; Studij rada i produktivnosta; Raspodjela tehnoloških procesa; Temeljna struktura tehnološkog procesa; Pokazatelji tijeka tehnološkog procesa; Kapacitet proizvodnog tehnološkog sustava [2]
7. Informatika u graditeljskoj proizvodnji: Upravljanje graditeljskom proizvodnjom; Opći razvoj suvremene informatičke tehnologije i informatičkih sustava u građevinskim tvrtkama [2]
8. Izvođenje graditeljskih projekata: Životni ciklus graditeljskog pothvata [2]
9. Ljudski potencijali i menadžerski pristup upravljanju projektom [2]
10. Ljudski potencijali u proizvodnji: Bitne psihološke osobine graditelja; Bitne psihološke metode pri istraživanju čovjeka kao osobe [2]
11. Ljudski potencijali u proizvodnji: Fiziološki utjecaji na čovjeka; Sociološki utjecaji na čovjeka; Utjecaji radne okoline na čovjeka u graditeljstvu [2]
12. Racionalizacija graditeljske proizvodnje: Metodološki pristup pri racionalizaciji proizvodnje; Modeliranje graditeljske proizvodnje; Postupci racionalizacije graditeljske proizvodnje; Algoritam za racionalizaciju grad. proizvodnje. [2]

13. Organizacija pripreme graditeljske proizvodnje: Priprema graditeljske proizvodnje; Zadaci pri pripremi proizvodnje; Metodološki pristup pri projektiranju pripreme proizvodnje; Modeliranje buduće proizvodnje i građevinskih proizvoda; Pristup projektiranju pripreme graditeljske proizvodnje [2]
14. Simulacija graditeljske proizvodnje: Definicija pojma simulacije; Primjena najpoznatijih simulacijskih metoda (Teorija repova, Metoda Monte Carlo) [2]
15. Organizacija projektiranja (aspekti i primjena u građevinarstvu): Uvod i filozofija višedisciplinarnog projektiranja: Metodološki pristup projektiranju: sistemsko razmišljanje, sistemski inženjering, sistemska dinamika. Plansko, arhitektonsko i inženjersko projektiranje: Integracija; Fazni i paralelni model višedisciplinarnog projektiranja [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75% te auditornih i konstrukcijskih vježbi 100%,

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- pozitivno riješeni zadani programski zadaci

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pismenim i usmenim ispitom se provjerava teorijsko znanje i razumijevanje gradiva
- kolokviji (dva tijekom semestra) se provjerava kontinuitet praćenja nastave i napredovanje u postizanju ishoda učenja
- analiza slučaja uz posjet tvornici i diskusije služe za ocjenjivanje primjene stečenih znanja u praksi.

Obvezna literatura:

1. J .Izetbegović, V.Žerjav, *Organizacija građevinske proizvodnje,* Hrvatska udruga za organizaciju građenja i Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009.
2. *J.* Izetbegović, *Proučavanje graditeljske proizvodnje, GF.-Zagreb, 2007.,* http://www.og.grad.hr
3. C.P. Robert and G. Casella*, Introducing Monte Carlo Methods with R,* Springer, 2010.
4. *J.*Marušić, *Organizacija građenja,* Sveučilišni udžbenik, FS, Zagreb, 1994.
5. D.Taboršak, *Studij rada,* Orgdata, Zagreb,1994.
6. J.K. Yates, *Productivity Improvement for Construction and Engineering: Implementing Programs That Save Money and Time,* ISBN: 978-0784413463, 2014.

TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE MATERIJALA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Tehnika i tehnologija proizvodnje kamene sitneži, svježeg betona, betonskih elemenata i sklopova, asfaltbetona i prerađevina od gline [2]
2. Kamenolomi. [2]
3. Šljunčare [2]
4. Iskop, transport i prerada kamenih materijala [2]
5. Minerski radovi. [2]
6. Strojevi i oprema za iskop i transport kamenih materijala. [2]
7. Drobilice. Sita. Drobilane. [2]
8. Asfaltna gradiva: organizacija asfalterskih radova; asfaltbetoni; ljevani asfalti; asfaltna postrojenja; postrojenja za recikliranje asfaltnog loma [2]
9. Transportirani betoni: proizvodnja i transport svježeg betona; mješalice; tvornice betona; vanjski transport svježeg betona; automješalice; auto-betonske crpke [2]
10. Armirački pogoni: strojevi i tehnološka oprema za proizvodnju savijenog betonskog željeza i armaturnih sklopova [4]
11. Proizvodnja betonskih elemenata: proizvodni sustavi i lanci; proizvodni pogoni, strojevi i ostala tehnološka oprema za proizvodnju betonskih elemenata; tehnološki postupci prešanja, vibriranja, vakumiranja, centrifugiranja i zaparivanja; kalupi; vibracijski stolovi; proizvodne staze; sustavi pokretnih stolova [4]
12. Glinokopi: proizvodni pogoni, strojevi i ostala tehnološka oprema za proizvodnju opeke, blokova i crijepa; drobilice glina; mješalice; preše; peći; ostala proizvodno-tehnološka oprema pri preradi gline i proizvodnji keramičkih prerađevina [4]

Literatura:

1. Bučar, G.: Tesarski, armirački i betonski radovi na gradilištu, Građevinski fakultet J. J. Strossmayera u Osijeku, 1997.;
2. Turina, N.: Tehnologija s poznavanjem robe, Narodne novine, Zagreb, 1988.

2. godina, 4. semestar

Izborni kolegiji

NUMERIČKO MODELIRANJE U INŽENJERSTVU MATERIJALA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 16, konstrukcijske: 14)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje znanja o primjeni računalnih simulacija u inženjerstvu materijala koristeći tradicionalne numeričke metode (konačne razlike i konačni elementi) kao i stohastičke metode (celularni automati, neuronske ljuske).

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje fizikalnih svojstava građevinskih materijala,
- poznavanje osnovnih načina transporta mase i energije,
- predznanje vezano za deriviranje i integriranje funkcija.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- položen ispit iz kolegija: Matematika 3. ili Stohastički procesi, Trajnost konstrukcijskih materijala.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija moći ćete:
- identificirati mehanizme prenosa topline i mase potrebne za numeričku analizu transporta kroz beton,
- primijeniti metode konačnih razlika i metode konačnih elemenata za analizu promjena temperature u mladom betonu,
- primijeniti metodu konačnih razlika i metodu konačnih elemenata na problem transporta klorida kroz beton,
- primijeniti metodu konačnih razlika i konačnih elemenata na probleme prijenosa topline,
- provesti simulaciju hidratacije Portland cementa.

Sadržaj kolegija:
- Predavanja:

1. Uvod u transportne procese [2]
2. Mehanizmi molekularnog transporta [2]
3. Opće načelo ravnoteže [2]
4. Početni i rubni uvjeti [2]
5. Metoda konačnih razlika – greške odbacivanja i Taylorov red [2]
6. Konačne razlike – eliptičke jednadžbe [2]
7. Konačne razlike – paraboličke jednadžbe [2]
8. Metoda konačnih elemenata [2]

9. Primjena metode konačnih elemenata na dvodimenzijske, vremenski ovisne problem [2]
10. Nelinearni problemi [2]
11. Metoda konačnih elemenata [2]
12. Primjena metode konačnih elemenata na jednodimenzijske probleme [4]
13. Primjena metode konačnih elemenata na dvodimenzijske probleme [2]
14. Inverzne metode [2]
15. Neuronske ljuske i fuzzy skupovi [1]

- Vježbe (auditorne):

1. Uvod u MathCad [2]
2. Rješavanje jednadžbi u MathCad-u [2]
3. Programiranje u MathCad-u [2]
4. Rješavanje problema metodom konačnih elemenata [6]
5. Numerička simulacija hidratacije cementa [4]

- Vježbe (konstrukcijske):

1. Rješavanje i izrada programa [14]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75%,
- pohađanje auditornih i konstrukcijskih vježbi 100 %.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrada programa – numeričko modeliranje materijala pomoću računala.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjenjuje se izrađeni program,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena programa 50%, usmeni ispit 50%.

Obvezna literatura:

1. Balabanić, G.: *Numeričko modeliranje u inženjerstvu materijala*, (odabrana poglavlja), skripta, 2010.

Preporučena literatura:

1. Chapra, S. C.; Canale, R. P.: *Numerical Methods for Engineers*, McGraw-Hill, Sixth Edition, 2009.
2. Brodkey, R. S.; Hershey, H. C.: *Transport Phenomena – An Unified Approach*, McGraw-Hill, 1988.
3. Rappaz, M.; Bellet, M.; Deville, M.: *Numerical Modeling in Materials Science and Engineering*, Springer, 2002.
4. Raabe, D.: *Computational Materials: The Simulation of Materials Microstructure and Properties*, John Wiley & Sons Inc, 1998
5. Dalbelo Bašić, B.: *Umjetne neuronske mreže – skripta i predavanja za predmet Umjetna inteligencija*, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zavod za elektroniku, mikroelektroniku i inteligentne sustave, Zagreb, svibanj 2008.

BETONI VISOKIH UPORABNIH SVOJSTAVA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 20, laboratorijske: 10)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje znanja o odabiru sastavnih komponenti u zavisnosti o svojstvima betona,
- razumijevanje zavisnosti između svojstava, strukture i tehnologije,
- upoznavanje sa tehnologijom proizvodnje, transporta, ugradnje i njegovanja,
- stjecanje znanja o načinu dokaza kvalitete u betonari i na gradilištu
- stjecanje znanja o projektiranju sastava.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnovnih svojstava komponenti za izradu betona,
- poznavanje proračuna sastava betona,
- poznavanje osnova tehnologije betona.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Nerazorna ispitivanja,
- položen ispit iz kolegija: Posebni betoni i tehnologije, Trajnost konstrukcijskih materijala.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:
- projektirati sastav betona visokih uporabnih svojstava,
- izraditi projektirani beton u laboratoriju i na betonari,
- provoditi mjere osiguranja kvalitete betona na betonari i gradilištu,
- provesti ispitivanja betona u svježem i određena svojstva u očvrsnulom stanju,
- procijeniti utjecaj komponenti i tehnologije proizvodnje na svojstva betona u svježem i očvrsnulom stanju,
- vrednovati rezultate ispitivanja mehaničkih i trajnosnih svojstava betona,
- projektirati tehnologiju proizvodnje, ugradnje i njegovanja betona visokih uporabnih svojstava.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:

1. Povijesni razvoj, definicije i podjela [2]
2. Osnovni principi dobivanja [2]
3. Pravila za odabir komponenti sastava [2]
4. Kriteriji kompatibilnosti komponenti sastava [2]
5. Metode projektiranja sastava [2]
6. Tehnologija proizvodnje, transporta i ugradnje [2]
7. Optimizacija postupka njegovanja [2]
8. Povezanost strukture i svojstava [2]
9. Ponašanje u svježem stanju [2]
10. Metode ispitivanja [2]
11. Mehanička svojstva [2]
12. Trajnosna svojstva [2]
13. Povezanost tehnologije i konstruktivne primjene [2]

14. Posebne vrste betona visokih uporabnih svojstava [2]
15. Konstruktivna primjena [2]

- Auditorne vježbe:

1. Uvod u odabir sastavnih komponenti i projektiranje sastava [2]
2. Izbor komponenti sastava u ovisnosti o zahtijevanim svojstvima [2]
3. Osnovne zavisnosti pri projektiranju sastava [2]
4. Posebitosti tehnologije u različitim primjenama [2]
5. Kontrola kvalitete na betonari i gradilištu [2]
6. Mikroarmirani betoni visokih uporabnih svojstava [2]
7. Primjena u uvjetima agresivne okoline [2]
8. Laboratorijsko i terensko ispitivanje svojstava [2]
9. Primjeri primjene u visokogradnji [2]
10. Primjeri primjene u niskogradnji [2]

- Laboratorijske vježbe:

1. Određivanje svojstava sastavnih komponenti [2]
2. Projektiranje sastava [2]
3. Metode ispitivanja svojstava u svježem stanju [2]
4. Ispitivanje trajnosnih svojstava očvrsnulog betona [2]
5. Ispitivanje mehaničkih svojstava očvrsnulog betona [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75% te auditornih i laboratorijskih vježbi 100%,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrada programa – projektiranje sastava i eksperimentalno dokazivanje traženih svojstava.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- ocjena programa 50%, usmeni ispit 50%.

Obvezna literatura:

1. Nawy, E.: *Fundamentals of high-performance concrete*, Second edition, John Wiley&Sons, Inc., New York, 2001.
2. Aitcin, P. C.: *High-Performance Concrete*, E&FN SPON, London, 1998.
3. ACI SP-189: *High Performance Concrete: Research to Practice*, 1989.

Preporučena literatura:

1. *Proceedings from International Symposium on Utilization of High Strength/High Performance Concrete*, University of Leipzig, 2002.
2. Naaman, A. E.; Reinhardt, H. W.: *High Performance Fiber Reinforced Cement Composites 2 (HPFRCC 2)*, E & FN Spon, 1996.

ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 15

- vježbe: 45 (auditorne: 15, konstrukcijske: 30)

Ciljevi kolegija:

- Stjecanje naprednih i visokospecijaliziranih znanja za ocjenu energetske učinkovitosti postojećih zgrada i odabira prikladnih metoda za održivu energetsku obnovu zgrada.
- Stjecanje naprednih i visokospecijaliziranih znanja za podizanje razine energetske učinkovitosti i toplinske ugodnosti postojećeg fonda zgrada primjenom dokazanih i ekonomski opravdanih mjera obnove.
- Upoznavanje studenata s naprednim i specijaliziranim pristupima u analizi i ocjeni energetske učinkovitosti zgrada.
- Savladavanje naprednih i specijaliziranih metoda za pravilnu ocjenu stanja ovojnice zgrade, a s ciljem obnove svih loših mjesta prije ugradnje sustava koji utječu na energetsku učinkovitost.
- Upoznavanje sa naprednim i visokospecijaliziranim materijalima, tehničkim sustavima i njihovim svojstvima, a vezano uz trajnost, sigurnost i zaštitu od požara i energetsku učinkovitost.
- Razvijanje sposobnosti grupnog rada primjenom metode učenja u timu.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- Poznavanje osnovnih svojstava materijala.
- Osnovna znanja o građevnoj fizici.
- Osnovna znanja o trajnosti i održavanju građevina.
- Poznavanje osnovnih postupaka ocjene stanja građevina.
- Osnovna znanja o nastanku i širenju požara u zgradama.
- Poznavanje osnovnih konstruktivnih elemenata i sustava građevinskih konstrukcija.

Ishodi učenja kolegija:

- Izraditi program za ocjenu stanja postojećih zgrada u smislu stanja materijala i konstrukcije, energetske učinkovitosti i zaštite od požara.
- Primijeniti napredna i visokospecijalizirana znanja o svojstvima građevinskih materijala, proizvoda i sustava, s naglaskom na trajnost, ponašanje pod djelovanjem požara i energetsku učinkovitost tijekom obnove.
- Analizirati vrste primjenjivih sustava i načina njihova projektiranja kod energetske obnove zgrada.
- Izraditi projekt energetske obnove postojećih zgrada uzimajući u obzir mjere sanacije postojeće konstrukcije te zaštite od požara.
- Pokazati da su primijenjene mjere obnove i toplinske ugodnosti zgrade jednostavne, dokazive i troškovno opravdane.
- Izraditi program održavanja primijenjenih sustava obnove.
- Pokazati sposobnost preuzimanja odgovornosti tijekom projektiranja i sposobnost timskog rada.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja
  1. Uvod u energetsku obnovu, Zakonski okvir – preporuke i obveze (1)
  2. Pregled mogućnih strategija dubinske energetske obnove postojećih zgrada (2)
  3. Tehnički sustavi u zgradama, rasvjeta, sustavi upravljanja (2)

4. Okolišni utjecaji, oštećenja i trajnost građevinskih materijala (2)
5. Nedostatci i potrebe u obnovi postojećeg fonda zgrada (2)
6. Modeli održive obnove zgrada (2)
7. Pravilni odabir materijala i tehničkih sustava za energetsku obnovu postojećeg fonda zgrada (2)
8. Pravilan odabir materijala i tehničkih sustava za energetsku obnovu poštujući zahtjeve zaštite od požara (2)

- Auditorne vježbe
  1. Energetska svojstva i karakteristike postojećeg fonda zgrada (2)
  2. Korištenje obnovljivih izvora energije pri energetskoj obnovi zgrada (2)
  3. Energetska obnova i sanacija konstruktivnih elemenata zgrada zaštićenih spomenika kulture (2)
  4. Troškovni optimum energetske obnove zgrada (2)
  5. Energetska obnova u više koraka (step by step rennovation) (2)
  6. Parametri ugodnosti u zgradama (2)
  7. Dokaz kvalitete ugrađenih materijala pri energetskoj obnovi zgrada (1)
  8. Case studies (2)

- Konstrukcijske vježbe
  1. U sklopu konstrukcijskih vježbi studenti će u grupama provesti ocjenu stanja građevine iz fonda postojećih zgrada, provesti proračun

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- Predan program (u zadnjem tjednu nastave) i redovno pohađanje nastave (75% predavanja i 100% vježbi)

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:
- izrada programa

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- usmeni ispit i pismeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- ocjena programa 50%, usmeni ispit 50%.

Obvezna literatura:
1. Hugo Hens. Applied Building Physics: Ambient Conditions, Building Performance and Material Properties. Ernst & Sohn. 2010
2. Hugo Hens. Performance Based Building Design 1: From Below Grade Construction to Cavity Walls. Ernst & Sohn. 2012
3. Hugo Hens. Performance Based Building Design II: From Timber-framed Construction to Partition Walls. Ernst & Sohn. 2013
4. Christopher Gorse, David Highfield. Refurbishment and Upgrading of Buildings, Spon Press, 2009
5. Croskills priručnici - Kontinuirana izobrazba građevinskih radnika u okviru energetske učinkovitosti - Priručnik za trenere (svesci: Zajednički dio, fasader, zidar, tesar, krovopokrivač, soboslikar-ličilac, monter suhe gradnje), Građevinski fakultet

2. Sveučilišta u Zagrebu, 2017.
6. Wolfgang M Willems; Simone Dinter; Kai Schild. Handbuch Bauphysik Teil 1 - Wärme- und Feuchteschutz, Behaglichkeit, Lüftung. Vieweg
7. Wolfgang M Willems; Simone Dinter; Kai Schild. Handbuch Bauphysik Teil 2 – Schallund Brandschutz, Fachwörterglossar. Vieweg
8. Colwell S., Baker T., Fire Performance of external thermal insulation for walls of multistorey buildings, British research establishment, 3rd Edition. 2013
9. Jelčić Rukavina, M., Carević, M., Banjad Pečur, I.: Zaštita pročelja zgrada od požara - Priručnik za projektiranje i izvođenje, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2017.

PROJEKTIRANJE EKSPERIMENATA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 12, konstrukcijske: 14, laboratorijske: 4)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o kombiniranom djelovanju na konstrukciju (performanse, okoliš, opterećenje),
- stjecanje praktičnih znanja o laboratorijskim i terenskim ispitivanjima i njihovim kombinacijama koje simuliraju stvarne uvjete,
- stjecanje znanja o postupcima planiranja istraživanja u stručne i znanstvene svrhe.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje fizikalnih, kemijskih, mehaničkih i toplinskih svojstava materijala,
- poznavanje osnova statistike.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Nerazorna ispitivanja.

Ishodi učenja kolegija:

Nakon uspješno savladanog kolegija, studenti će moći:

- opisati djelovanja (opterećenja) na materijal i građevinu,
- objasniti mehanizme djelovanja iz okoliša na materijal,
- objasniti načine ispitivanja svojstava građevinskih materijala za dana djelovanja,
- projektirati načine ispitivanja za dana djelovanja,
- usporediti rezultate mjerenja materijala,
- primijeniti rezultate ispitivanja građevinskih materijala.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod, svrha, vrsta i važnost ispitivanja [2]
2. Modeliranje fizikalnih pojava [4]
3. Numeričko rješavanje i programiranje fizikalnih modela [2]
4. Planiranje i oblikovanje eksperimenta [4]
5. Izbor instrumenata za eksperiment [2]
6. Statističko oblikovanje eksperimenta [2]

7. Konstrukcija uređaja za mjerenje [2]
8. Električno mjerenje neelektričnih veličina [2]
9. Automatizacija mjerenja pomoću računala [2]
10. Virtualni laboratorij [2]
11. Primjer eksperimenta za stručno istraživanje [2]
12. Primjer eksperimenta za znanstveno istraživanje [2]
13. Znanstvena literatura [2]

- Vježbe (auditorne):

1. Definiranje eksperimenta [2]
2. Izbor instrumenata [2]
3. Projektiranje instrumenta za nenormirano ispitivanje [2]
4. Primjeri nenormiranih mjerenja
5. Virtualni laboratorij [2]

- Vježbe (konstrukcijske):

1. Zadavanje zadatka – definiranje problema (programa) [2]
2. Modeliranje fizikalno-kemijskih procesa [4]
3. Izbor instrumenata [2]
4. Automatizacija mjerenja pomoću računala [2]
5. Obrada rezultata [2]
6. Analiza rezultata [2]

- Vježbe (laboratorijske):

1. Laboratorijska normirana ispitivanja [2]
2. Laboratorijska nenormirana ispitivanja [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75% te auditornih, konstruktivnih i laboratorijskih vježbi 100%,
- izrada programa,

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena postignuta tijekom semestra: seminar (pismeno i prezentacija) 90 %, pohađanje nastave 10%.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- prezentacija seminarskog rada.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminarski rad (pismeni i prezentacija) 100%,

Obvezna literatura:

1. Montgomery, D. C.: *Design and Analysis of Experiments*, International Student Version, 7th Edition, Wiley, 2009.

Preporučena literatura:

1. Hicks, C. R.: *Fundamental Concepts in the Design of Experiments*, Holt, Reinhart and Winston, Inc., 1973.
2. Ashby, M. F.; Joneas, D. R. H.: *Engineering Materials 1*, Butterworth-Heinemann, Oxford - Boston - Johannesburg - Melbourne - NewDelhi - Singapore, 1996.

PRIMIJENJENA METALURGIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (projektantske): 10
- vježbe (konstrukcijske): 20

Ciljevi kolegija:
- proširiti osnovna inženjerska znanja o građevinskim čelicima u svrhu lakšeg usvajanja novih spoznaja iz područja dokaza pouzdanosti čeličnih konstrukcija, njihove radioničke izrade i montaže;
- stjecanje teorijskog znanja o načinu proizvodnje konstrukcijskih čelika, njihovim svojstvima iz aspekta izbora materijala za određenu konstrukciju izloženu specifičnim uvjetima korištenja;
- stjecanje praktičnog znanja za izbor odgovarajuće vrste i grupe čelika iz aspekta krtog loma i otpornost na lamelarno cijepanje, odnosno konkretnu primjenu europske norme EN 1993-1-10;
- stjecanje teorijskih podloga za procjenu trajnosti postojećih konstrukcija i za osiguranje kvalitete izgradnje novih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnovnih načina proizvodnje i temeljnih svojstava čelika,
- poznavanje osnova dimenzioniranja čeličnih konstrukcija.

Ishodi učenja kolegija:
- objasniti suvremene postupke proizvodnje i oblikovanja proizvoda od legiranih karbonskih čelika;
- objasniti napredna inženjerska svojstava čelika s naglaskom na žilavost i svojstva kod umora materijala;
- primijeniti znanje i vještine potrebne za izbor kvalitete čelika pri projektiranju konstrukcijskih elemenata čeličnih konstrukcija u različitim eksploatacijskim uvjetima prema suvremenim metodama i kriterijima europskih norma;
- objasniti i primijeniti znanje o zavarljivosti konstrukcijskih čelika;
- primijeniti specifične vještine i znanja kod projektiranja čeličnih konstrukcija za izbjegavanje krtog loma;
- objasniti osnovne napredne mehanike loma, te to znanje primijeniti kod postupka procjene trajnosti konstrukcije.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje [1]
  2. Karakteristike legura karbonskog čelika [1]
  3. Postupci proizvodnje i oblikovanja [2]
  4. Uvod u inženjerska svojstva čelika [2]
  5. Napredna inženjerska svojstva čelika - Žilavost [2]
  6. Napredna inženjerska svojstva čelika - Svojstva kod umora materijala [2]
  7. Vrste i kvalitetne grupe čelika [6]
  8. Izbor kvalitetne grupe čelika [2]

9. Izbor kvalitetne grupe čelika za izbjegavanje krtog loma - Zahtjevi žilavosti[2]
10. Dodatna pravila kod projektiranja za izbjegavanje krtog loma [4]
11. Zavarljivost konstrukcijskih čelika [2]
12. Utjecaj vrućeg cinčanja na žilavost [2]
13. Uvod u metalurgiju aluminija i metalografiju aluminijskih legura [2]

- Vježbe (projektantske):

1. Određivanje inženjerskih svojstva čelika [2]
2. Određivanje mehaničkih svojstva zavara ispitivanjem tvrdoće [1]
3. Žilavost pri lomu [2]
4. Izbor kvalitetne podgrupe čelika s obzirom na najveću dozvoljena debljinu [2]
5. Izbor kvalitetne podgrupe čelika obzirom na svojstva kroz debljinu elementa [1]
6. Dodatna pravila kod projektiranja za izbjegavanje krtog loma [1]
7. Postupak procjene umora (preostalog vijeka trajanja) postojećih čeličnih konstrukcija [1]

- Vježbe (konstrukcijske):

1. Određivanje mehaničkih svojstva zavara ispitivanjem tvrdoće [5]
2. Izbor kvalitetne podgrupe čelika s obzirom na najveću dozvoljena debljinu na primjerima konstrukcijskih elemenata mostova [2]
3. Izbor kvalitetne podgrupe čelika s obzirom na najveću dozvoljena debljinu na primjerima konstrukcijskih elemenata industrijske hale [2]
4. Izbor kvalitetne podgrupe čelika obzirom na svojstva kroz debljinu elementa [1]
5. Izbor kvalitetne podgrupe čelika obzirom na svojstva kroz debljinu elementa na primjerima konstrukcijskih priključaka (spojeva) kod mostova [4]
6. Dodatna pravila kod projektiranja za izbjegavanje krtog loma [1]
7. Dodatna pravila kod projektiranja za izbjegavanje krtog loma na primjerima konstrukcijskih spojeva [2]
8. Postupak procjene umora (preostalog vijeka trajanja) postojećih čeličnih konstrukcija [1]
9. Postupak procjene umora (preostalog vijeka trajanja) postojećih čeličnih konstrukcija na primjeru mosta [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programskih zadataka iz 5 tematskih cjelina,
- kolokvij (popravni kolokvij za one studente koji na redovnom kolokviju nisu ostvarili barem 25% bodova ili žele popraviti ostvaren uspjeh).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra: (kolokviji, zadaće, programi)

- ocjenjivanje programskih zadataka,
- kolokvij.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: zadatak i teorija, za prolaznu ocjenu potrebno je ostvariti minimalno 50% bodova od svakog dijela pisanog ispita.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- konačna ocjena ispita formira se na temelju bodova prikupljenih tijekom semestra (maksimalno 50% ukupnih bodova - pohađanje nastave 15%, programi 15%, kolokvij

20%) i bodova ostvarenih na prolazno ocijenjenom pisanom dijelu ispita (maksimalno 50% ukupnih bodova - zadatak 20%, teorija 30%). Za prolaz na ispitu potrebno je prikupiti minimalno 60% ukupnih bodova.

Obvezna literatura:

1. Skejić, D.: Skripte iz kolegija Primijenjena metalurgija - ak. god. 2023./2024., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
2. Skejić, D.; Androić, B.; Dujmović, D.: Izbor čelika s obzirom na žilavost, Građevinar 64 (2012) 10, str. 805-815.
3. HRN EN 1993-1-10:2011 (EN 1993-1-10:2005 + AC:2005): Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija, Dio 1-10: Žilavost materijala i svojstva po debljini, 2011.
4. G. Sedlacek et al.: Commentary and worked examples to EN 1993-1-10 'Material toughness and through thickness properties' and other toughness oriented rules in EN 1993, First Edition, September 2008.
5. B. Kühn et al.: Assessment of Existing Steel Structures: Recommendations for Estimation of Remaining Fatigue Life, JRC Scientific and Technical Reports, Joint Report, JRC European Commission, February 2008.
6. Boko, I.; Skejić, D.; Torić, N.: Aluminijske konstrukcije, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Udžbenik Sveučilišta u Splitu i Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Split, 2017.
7. M. Gojić: Metalurgija čelika, Metalurški fakultet u Sisku, Sveučilište u Zagrebu, Sisak, 2005.

ZELENA GRADNJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 15
- vježbe: 15
- seminar: 15

Ciljevi kolegija:

- Cilj predmeta je upoznavanje studenta s konceptom zelene gradnje kako bi mogao objasniti i primijeniti metode smanjenja utjecaja gradnje na okoliš, izraditi analizu životnog ciklusa građevnog proizvoda, odrediti parametre potrošnje energije u zgradama te analizirati podatke potrebne za izradu certifikata za zelenu gradnju.
- Zelena gradnja se objašnjava i kroz sva tri dijela 7. temeljnog zahtjeva, kroz teorijske podloge i primjere iz prakse. Vježbe na kolegiju baziraju se na metodi društveno korisnog učenja.
- Studenti tijekom kolegija u grupama izrađuju studentski projekt, koji za cilj ima da studenti primjenjuju znanja i vještine stečene kroz studij na razvoj projekta kojim se rješava konkretan društveni problem u području građevinarstva i održive uporabe prirodnih izvora.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- Poznavanje osnovnih svojstava materijala.
- Poznavanje temeljnih ekoloških pojmova.

Ishodi učenja kolegija:

- Objasniti i primijeniti principe zelene gradnje.

- Izraditi analizu životnog ciklusa građevnog proizvoda.
- Odrediti parametre utjecaja na potrošnju energije u zgradama.
- Objasniti i primijeniti metode smanjenja utjecaja gradnje na okoliš.
- Analizirati podatke potrebne za izradu certifikata za zelenu gradnju.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod u koncepte linearnog i kružnog gospodarstva i uloga građevinarstva, ključni aspekti zelene gradnje: ekološki, ekonomski, sociokulturni i tehnološki aspekti.
  2. Zakonodavni i normizacijski okvir za održivu uporabu prirodnih izvora u građevinarstvu
  3. Strategije upravljanja građevnim otpadom, recikliranje i ponovna uporaba građevine, njezinih materijala i dijelova nakon rušenja
  4. Strategija održive gradnje i upravljanja građevinama, pristupi projektiranja na osnovi svojstava, montažna i modularna gradnja, projektiranje za uklanjanje, građevina kao usluga
  5. Strategija upravljanja industrijskim otpadom i sekundarnim materijalima, uporaba ekoloških sirovina i sekundarnih materijala
  6. Alati za usporedbu ekološkog otiska građevnog proizvoda, certifikati druge generacije
  7. Primjeri održive uporabe prirodnih izvora u građevinarstvu. Međunarodni certifikati za zelenu gradnju (LEED, BREEAM, DGNB)
  8. Upravljanje zelenim zgradama; Primjeri zelene gradnje
- Vježbe:
  1. Ključna obilježja LCA i LCT
  2. LCA - definiranje cilja i područja primjene, analiza podataka, procjena utjecaja na okoliš
  3. Definiranje granica sustava, funkcionalne jedinice i ulaznih podatka, tumačenje LCA
  4. Izrada LCA (konstrukcijske vježbe)

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- Redovito pohađanje predavanja i vježbi
- Izrađen i obranjen projektni zadatak (seminar)

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- Projektni zadatak – predan u obliku izvješća i obranjen

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- Projektni zadatak – predan u obliku izvješća i obranjen

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- 100% projektni zadatak (seminar)

Obvezna literatura:

1. Kubba, Sam: Handbook of Green Building Design and Construction, LEED, BREEAM, and Green Globes, Second Edition, Elsevier, 2017
2. Kibert, Charles J.: Sustainable construction, Green building design and Delivery, John Wiley & Sons, 2013
3. Jamal Khatib Sustainability of Construction Materials, Woodhead Publishing, 2009

4. Emina K. Petrovic Brenda Vale Maibritt Pedersen Zari Materials for a Healthy, Ecological and Sustainable Built Environment, Woodhead Publishing, 2017 Charles J. Kibert Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery, Wiley, 2016.

Preporučena literatura:

1. Guidelines for green concrete structures, fib, 2012.
2. Schokker, A. J.: The sustainable Concrete Guide, U.S. Green Concrete Council, 2010.

NUMERIČKA MATEMATIKA

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

PERSPEKTIVA

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

VALOVI I TITRANJA

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- vježbe: 45

Ciljevi kolegija:

1. stjecanje vještine pisanja stručnih izvještaja, životopisa, te sažimanje podataka i informacija iz tehničkog područja,
2. osamostaljivanje u izlaganju na stranom jeziku kroz rad u izradi prezentacija.
3. Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
4. znanje engleskog na srednjoj i višoj srednjoj razini (intermediate, upper-intermediate level).
5. Ishodi učenja kolegija:
6. razumijevanje tehničkih tekstova,
7. samostalno pisanje izvještaja o tehničkim postupcima i njihovu izvođenju,
8. koherentno i strukturirano izražavanje i jasno iznošenje ideja uz točan izgovor,
9. korištenje tehničkih izraza za efikasnu komunikaciju.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

1. Creating a CV - How to write a CV? Writing a letter of application / Job Interview Questions [3]
2. Professional Development. Preparing for the Interview Skills – Techniques, Tips and Advice. Recruitment of graduates [3]
3. Managing a Project [3]
4. Mission to Accomplish. Managing Projects and Complexity [3]
5. Company profile [3]
6. Time, Quality and Cost Issues: comparing Benefits & Weighing. Alternatives [3]
7. Hoe to write an e-mail [3]
8. Leadership Strategy in Construction Process [3]
9. Construction Site Organization [3]
10. Preparing Tender Documentation [3]
11. Managing Projects and Complexity / Setting Goals II [3]
12. Single/Joint presentations [3]
13. Starting a career [3]
14. Risk Management [3]
15. Preliminary exam [3g

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% pohađanja nastave,
- izrada jedne prezentacije,
- 3 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- Kontinuiranim radom u toku semestra, student može biti oslobođen cijelog ispita ili dijela ispita. Provjera znanja vezanog uz obradu određenih tema vrši se na svakom satu u pismenom ili usmenom obliku. Provjerava se stupanj usvojenosti stručnog vokabulara i snalaženje u stručnom tekstu. On podrazumijeva izradu vježbi kojima okosnicu čine predavanja; vježbe uključuju razumijevanje tekstova, izradu sažetaka, savladavanje gramatičkih konstrukcija zastupljenih u stručnom tehničkom jeziku.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- Ocjene iz svih provjera znanja i kolokvija sačinjavaju završnu ocjenu. Ocjene se temelje na sljedećim osnovama: rezultati kolokvija, bodovi stečeni tijekom rada u semestru – aktivno sudjelovanje na satu, provjera znanja iz gramatike, prijevodi na strani jezik, prijevodi sa stranog jezika i provjere stručnog vokabulara. Iz kolokvija moguće je postići maksimalno 20 bodova – ocjena se množi sa četiri. Ispitu pristupaju oni koji nisu zadovoljni sa ocjenom dobivenom na temelju sakupljenih bodova tijekom semestra.

Obvezna literatura:

1. A. Kralj Štih: *English in Hydro Engineering and Constructio*n Materials, course materials, Zagreb, 2010.

Preporučena literatura:

1. Williams, English for Science and Engineering, Thomson ELT, USA, 2007
2. V.Lambert&W.Murray, Everyday Technical English, Essex, 2003

NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- vježbe: 45

Ciljevi kolegija:

- cilj je nastave kroz razvijanje vještina razumijevanja, konverzacije i prijevoda pomoći studentu da se samostalno služi stručnom literaturom,
- ovladavanje svim oblicima usmenog priopćavanja tehničkih sadržaja, od sudjelovanja u diskusijama do samostalnih prezentacija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanje njemačkog na srednjoj i višoj srednjoj razini (B1, B2).

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje i interpretiranje tehničkih tekstova,
- sigurnost i samostalnost u usmenom izražavanju u tehničkom području i objašnjavanju stručnih termina,
- sastavljanje životopisa i molbe za radno mjesto.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

1. Projektmanagement im Ingenieurbau
2. Deutsch im Berufsalltag - Ein Tag im Leben eines Bauingenieurs
3. Projektmanagement im Ingenieurbau
4. Deutsch im Berufsalltag - Ein Tag im Leben eines Bauingenieurs
5. Bauleitung und Bauwirtschaft
6. Die Geschichte einer Renovation
7. Eine Frau an der Baustelle – Nadia Tschammer
8. Beton-Stahlbeton-Spannbeton
9. Porträts der Bauingenieure
10. Verschiedenste Brückenarten
11. Bauholz
12. Individuelle Präsentierung - Die Teampräsentierung
13. Wie man sich auf ein Interview vorbereitet
14. 10 goldene Fragen der Präsentation
15. Endprüfung

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% pohađanja nastave,
- izrada jedne prezentacije,
- 3 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- Kontinuiranim radom u toku semestra, student može biti oslobođen cijelog ispita ili dijela ispita. Provjera znanja vezanog uz obradu određenih tema vrši se na svakom satu u pismenom ili usmenom obliku. Provjerava se stupanj usvojenosti stručnog vokabulara i snalaženje u stručnom tekstu. On podrazumijeva izradu vježbi kojima okosnicu čine predavanja; vježbe uključuju razumijevanje tekstova, izradu sažetaka, savladavanje gramatičkih konstrukcija zastupljenih u stručnom tehničkom jeziku.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- Ocjene iz svih provjera znanja i kolokvija sačinjavaju završnu ocjenu. Ocjene se temelje na sljedećim osnovama: rezultati kolokvija, bodovi stečeni tijekom rada u semestru – aktivno sudjelovanje na satu, provjera znanja iz gramatike, prijevodi na strani jezik, prijevodi sa stranog jezika i provjere stručnog vokabulara. Iz kolokvija moguće je postići maksimalno 20 bodova – ocjena se množi sa četiri. Ispitu pristupaju oni koji nisu zadovoljni sa ocjenom dobivenom na temelju sakupljenih bodova tijekom semestra.

Obvezna literatura:

1. Kralj Štih A., Deutsch für Vertiefungsrichtungen im Bauingenieurwesen, Sveučilišna skripta, Zagreb, 2015
2. V. Eismann, Erfolgreich bei Präsentationen, Trainingsmodul, Cornelsen Verlag, 2006.

Preporučena literatura:

1. A. Prager: *Trojezični građevinski rječnik*, Masmedia, Zagreb, 2002.

Smjer ORGANIZACIJA GRAĐENJA

1. godina, 1. semestar

Obvezni kolegiji

METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

ORGANIZACIJA GRAĐENJA 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 13, projektantske: 17)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teoretskih znanja optimizaciji planiranja, pripreme, organiziranja i kontrole procesa gradnje,
- stjecanje praktičnih znanja o metodologijama za organizaciju građenja,
- stjecanje znanja o korištenju naprednih računalnih alata za integrirano upravljanje građevinskim projektima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje metode dodatne i direktne kalkulacije u građevinarstvu,
- poznavanja teoretskih znanja iz organizacije građenja, poput: analiza cijena, mrežno planiranje, organigrami, teorije organizacije, građevinska regulativa itd.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati teoriju troškovno značajnih stavaka,
- objasniti metodu direktne kalkulacije u građevinarstvu,
- objasniti tijek novca u građevinskim projektima,
- primijeniti metodu troškovno značajnih stavaka,
- objasniti različite organizacijske strukture u građevinskim sustavima.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:
  1. Building Information Modeling
  2. Building Information Modeling
  3. Primjena računala kod kalkulacije
  4. Razvoj strukture rada (WBS) i organizacije (OBS)

5. Povezivanje novca i vremena građenja
6. Organizacija opskrbe i logistike u procesu građenja
7. Teorija troškovno značajnih stavki
8. Izrada varijantnih rješenja kod organizacije građenja
9. Praćenje i kontrola izvršenja građenja
10. Organizacijske strukture i ugovaranje građevinskih radova
11. Upravljanje vrijednostima pri građenju i koncept izgradljivosti
12. Novi trendovi u organizaciji građenja i Seminari

- Vježbe (auditorne):
  1. Točka 1: Izrada BIM modela i dokaznice mjera u BIM softveru
  2. Točka 2: Izrada WBS-a projekta
  3. Točka 3: Izrada troškovnika po dodatnoj kalkulaciji u softveru Gala
  4. Točka 4: Proračun trajanja aktivnosti i izrada plana u softveru Gala
  5. Točka 5: Izrada troškovnika po direktnoj kalkulaciji u softveru Gala
  6. Točka 6: Izbor troškovno značajnih stavaka. Analiza mogućnosti izrade varijantnih rješenja
  7. Točka 7: Izrada modela praćenja i kontrole gradnje
- Vježbe (projektantske):
  1. Točka 1: Izrada BIM modela i dokaznice mjera u BIM softveru
  2. Točka 2: Izrada WBS-a projekta
  3. Točka 3: Izrada troškovnika po dodatnoj kalkulaciji u softveru Gala
  4. Točka 4: Proračun trajanja aktivnosti i izrada plana u softveru Gala
  5. Točka 5: Izrada troškovnika po direktnoj kalkulaciji u softveru Gala
  6. Točka 6: Izbor troškovno značajnih stavaka. Analiza mogućnosti izrade varijantnih rješenja
  7. Točka 7: Izrada modela praćenja i kontrole gradnje

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- pohađanje predavanja i vježbi,
- pozitivno ocijenjen program,
- 25% bodova na svakom od kolokvija (2 kolokvija).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:
- prisutnost na predavanjima i vježbama,
- pregled i ocjenjivanje programa: [0-18> bodova (1), [18-21> bodova (2), [21-24> bodova (3), [24-27> bodova (4), [27-30] bodova (5),
- ocjenjivanje kolokvija: 25 % potrebno za prolaz na svakom kolokviju (2 kolokvija), 60 % dovoljno za oslobođenje od ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- oslobođenje od ispita ukoliko je ostvareno 60% bodova na svakom od kolokvija (2 kolokvija),
- pismeni i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- kolokvij/ispit 50%,
- program 50%.

Obvezna literatura:
1. Radujković, M. i dr.– Organizacija građenja 2015.
2. Vukomanović, M., Kolarić, S., Radujković, M. – Priručnik organizacije građenja, 2018.

3. Radujković M. – Organizacija građenja, 2008. (web skripta)
4. Lončarić R. – Organizacija izvedbe graditeljskih projekata, HDGI, Zagreb, 1995..
5. McGeorge & Palmer. – Construction Management, New Directions, Blackwell Science, Oxford, 2006 itd.
6. Radujković, M. i dr. - Planiranje i kontrola projekata 2013
7. Vukomanović, M. i Radujković, M. - Poslovna izvrsnost u graditeljstvu 2012

UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM GRAĐEVINA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne: 3, projektantske: 12)

Ciljevi kolegija:

- osposobiti studenta za izrada projekta održavanja objekta,
- osposobiti studenta za uporabu metoda za izradu liste prioriteta u održavanju građevina.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- potrebno je poznavati izračun dokaznice mjera i troškovnika.

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje dijelova projekta održavanja građevina,
- primjena metoda za identifikaciju oštećenja,
- primjena metode višeatributskog pristupa za odlučivanje o listi prioriteta oštećenja na građevinama,
- primjena metode analitičkog hijerarhijskog pristupa za odlučivanje o listi prioriteta radova u održavanju,
- primjena „Expert Choice" kompjutorskog programa,
- razumijevanje položaja održavanja građevina u kontekstu upravljanja portfeljem nekretnina poduzeća.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod i opći pojmovi
2. Stanje regulative u području održavanja građevina
3. Redovito održavanje, preventivno i reaktivno održavanje, rekonstrukcije, popravci i hitne intervencije
4. Struktura troškova održavanja
5. Održavanje građevina u kontekstu cjelokupnog procesa građenja
6. Upravljanje održavanjem građevina: kratkoročni i dugoročni planovi održavanja
7. Elementi projekta održavanja
8. Planiranje i organizacija izvedbe radova na održavanju: Informacijske tehnologije u održavanju; BIM i održavanje
9. Strategije održavanja i ugovaranja; Analiza cjelokupnih troškova životnog vijeka građevine
10. Mjesto i uloga održavanja građevina u gospodarenju građevinama (facilities management)
11. Održavanje starih i zakonom zaštićenih građevina;

12. Spomenička renta i modalitet ubiranja rente
13. Utjecaj klimatskih promjena na održavanje građevina
14. Održavanje i obnova građevina u skladu s energetskom učinkovitosti
15. Upravljanje portfeljom nekretnina poduzeća (Corporate Real Estate Management) s naglaskom na gospodarenje i održavanje objekata

- Vježbe:

1. Definiranje projektnih zadataka
2. Pregled odabrane građevine i izrada foto dokumentacije oštećenja na objektu
3. Pregled građevine i popunjavanje standardiziranih obrazaca za održavanje predmetne građevine
4. Izrada liste oštećenja na građevini
5. Izrada detaljnog opisa oštećenja na objektu s foto dokumentacijom
6. Izrada prijedloga popravka oštećenja za odabranu građevinu
7. Izrada prijedloga popravka oštećenja za odabranu građevinu
8. Definiranje kriterija za multikriterijalne analize i izradu liste prioriteta za planove održavanja
9. Izrada liste prioriteta održavanja primjenom analitičkog hijerarhijskog pristup uz "Superdecisons" program
10. Izrada liste prioriteta Višeatributskim pristupom
11. Procjena troškova za sve predviđene radove na održavanju /sanaciji građevine
12. Izrada vremenskog plana za popravak oštećenja
13. Simulacija troškova održavanja građevine uz program ''@Risk - DecisionTools Suite''
14. Prezentacije i obrane programa
15. Prezentacije i obrane programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje nastave
- izrada projektnog zadatka
- ostvareno min. 20% bodova na svakome kolokviju.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrada projektnog zadatka
- 2 kolokvija: studenti koji iz oba kolokvija ostvare min. 60% bodova oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za pozitivnu ocjenu treba riješiti 60%.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- projektni zadatak (33,3%) i kolokviji (66,7%); ili pisani ispit 100%.

Obvezna literatura:

1. Cerić, A., "Upravljanje održavanjem gređevina", Skripta namijenjena studentima GF, Zagreb, 2016.
2. Chanter, B., Swallow, P., "Building Maintenance Management (2nd edn)", Blackwell Publishing, Oxford, 2007.

Preporučena literatura:

1. Mills, E., "Building Maintenance & Preservation", Architectural Press, Oxford, 1996.
2. Flanagan, R., Jewell, C., "Whole Life Appraisal for Construction", Blackwell Science, Oxford, 2005.

3. Sonnemann, G., Margni, M. (Eds.), "Life Cycle Management", Springer Netherlands, Dordrecht, 2015. 4. Preiser, W., Hardy, A.E., Schramm, U. (Eds.), "Building Performance Evaluation (2nd edn)", Springer, Berlin, 2018.
4. Wood, B., "Building Maintenance", Wiley-Blackwell, Hoboken, New Jersey, 2009.
5. Stanford, H., "Effective Building Maintenance: Protection of Capital Assets", Fairmont Press, Georgia, USA, 2010.

METODE OPTIMALIZACIJE U GRAĐEVINARSTVU

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 15, projektantske 15)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje znanja o metodama operacijskih istraživanja te njihovoj primjeni u problemima optimalizacije organizacije i tehnologije građenja.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnova organizacije i tehnologije građenja,
- razumijevanje osnova linearne algebre te matematičke statistike.

Ishodi učenja kolegija:
- demonstrirati sposobnost rješavanja problema linearnog programiranja grafičkom i simpleks metodom,
- demonstrirati sposobnost rješavanja problema dinamičkog determinističkog i probabilističkog programiranja,
- demonstrirati sposobnost korištenja metoda odlučivanja u izvjesnosti, odlučivanja s rizikom te odlučivanja u neizvjesnosti,
- demonstrirati sposobnost izrade modela Monte Carlo simulacije.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:

1. Uvod
2. Modeli linearnog programiranja sa dvije varijable, grafičko rješenje, grafička analiza osjetljivosti
3. Prijelaz sa grafičkog na algebarsko rješenje, simpleks metoda
4. Artificijelno polazno rješenje, posebni slučajevi u primjeni simpleks metode
5. Definicija dualnog problema, odnos primala i duala, interpretacija dualnosti
6. Postoptimalna analiza i analiza osjetljivosti
7. Modeli transporta
8. Modeli mreža
9. Determinističko dinamičko programiranje
10. Deterministički modeli zaliha
11. Nelinearno programiranje
12. Odlučivanje u izvjesnosti, odlučivanje s rizikom, odlučivanje u neizvjesnosti
13. Probabilističko dinamičko programiranje, probabilistički modeli zaliha, sustavi čekanja
14. Monte Carlo simulacija, generatori slučajnih brojeva

15. Simulacijski jezici

- Vježbe:

1. Grafičko rješenje
2. Simpleks metoda
3. Grafičko rješenje i simpleks metoda uz pomoć računala
4. Artificijelno polazno rješenje, posebni slučajevi u primjeni simpleks metode
5. Definicija dualnog problema, odnos primala i duala, interpretacija dualnosti
6. Postoptimalna analiza i analiza osjetljivosti
7. Modeli transporta, modeli mreža
8. (1. kolokvij)
9. Determinističko dinamičko programiranje, deterministički modeli zaliha
10. Nelinearno programiranje
11. Odlučivanje u izvjesnosti, odlučivanje s rizikom, odlučivanje u neizvjesnosti
12. Probabilističko dinamičko programiranje, probabilistički model zaliha, sustavi čekanja
13. Monte Carlo simulacija, generatori slučajnih brojeva, simulaciski jezici
14. (2. kolokvij)
15. Popravni kolokvij

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje nastave,
- više od 25% na svakom od kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 1. i 2. kolokvij. Studenti koji ostvare 60% i više bodova na kolokvijima oslobođeni su pismenog ispita

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- 50% 1. kolokvij, 50% drugi kolokvij ili 100% ispit.

Obvezna literatura:

1. Lj.Martić: Matematičke metode za ekonomske analize II, Narodne novine, Zagreb, 1965.
2. W.Jurecka, H.J.Zimmermann: Operation Research in Bauwesen, Springer Verlag, 1972.
3. N.Limić: Linearno i nelinearno programiranje, Informator, Zagreb, 1978.
4. V.Čerić: Simulacijsko modeliranje, Školska knjiga, Zagreb, 1993.
5. V.Žiljak: Simulacija računalom, Školska knjiga, Zagreb, 1982.
6. H.A.Taha: Operations research, Prentice Hall, 2003

PROUČAVANJE RADA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne: 9, projektantske: 6)

Ciljevi kolegija:

- temeljem detaljne analize graditeljskog proizvodnog sustava studentu će se omogućiti ovladavanje metodama i tehnikama studija rada uz čiju se pomoć može utjecati na oblikovanje rada i povećanje učinkovitosti u graditeljskim proizvodnim procesima uz detaljna teorijska znanja kao što su:
    - organizacija rada,
    - teorije organizacija,
    - razvitak općeg menadžmenta,
    - graditeljska proizvodnja,
    - primjena informatičke tehnologije u graditeljstvu,
    - izvođenje graditeljskih projekata
    - menadžerski pristup upravljanju projektom,
    - ljudski potencijali,
    - racionalizacija graditeljske proizvodnje,
    - organizacija pripreme graditeljske proizvodnje i
    - organizacije projektiranja

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje glavnih graditeljskih tehnoloških procesa:
    - zemljani radovi,
    - tesarski radovi,
    - betonski radovi,
    - armirački radovi,
    - armiračko-betonski radovi,
    - zidarski radovi,
    - asfaltni radovi i
    - hidrotehnički radovi.
- razumijevanje primjene i uporabe računala.

Ishodi učenja kolegija:

- poznavanje metodološkog postupka pri izradi Elaborata iz studija rada ,
- ovladavanje izračunom građevinskih normativa putem primjene metoda studija rada,
- primjena simulacijske metode u građevinskoj operativi .

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
    1. Kratko osvježenje predznanja i uvod
    2. Organizacija rada i proizvodnje: Povijesni razvoj organizacije rada; Razvitak graditeljstva; Organizacija rada; Četiri (4) Taylorova principa; Načela organizacije rada; Budućnost studija rada; Dva (2) temeljna područja razvitka znanosti o radu. Pojam proizvodnje; Ciljevi proizvodnje; Znanstvene discipline organizacije proizvodnje; Pet (5) karakterističnih etapa razvoja proizvodnje
    3. Studija rada. Ciljevi, metode, sadržaj i rezultati.
    4. Klasifikacija radne snage i normativi. Strukovni i obrazovni stupnjevi. Službene klasifikacije razina kompetencija.
    5. Mjerenje vremena i materijala. Izrada normativa.
    6. Procesne odrednice proizvodnje, skladištenja i ugradnje materijala. Parametri na temelju kojih se provodi usklađenje radnika u grupama i organizacija radnih procesa.

7. Usklađenje radnika i strojeva u ranim grupama. Pravila usklađivanja u radnim operacijama i radnim procesima. Uvažavanje količina i jedinica rada.
8. Praktični maksimumi količina rada u vremenu i prostoru. 74 Organizacijsko i tehnološko ograničenje učinkovitosti rada.
9. Povezanost radnih procesa i aktivnosti projekata. Analitika procesa i aktivnosti. Statičko i dinamičko planiranje procesa.
10. Određivanje radnih grupa. Optimalno korištenje resursa na aktivnostima.
11. Ljudski potencijali u proizvodnji i radu. Produktivnost radnika i njihovo optimalno grupiranje. Faktori produktivnosti rada; Fiziološki utjecaji na čovjeka; Sociološki utjecaji na čovjeka; Utjecaji radne okoline na čovjeka u graditeljstvu.
12. Primjena normativa materijala i vremena. Norme i normativi. Međunarodne razlike i primjenjivost normativa. Prikaz i objašnjenje primjena normativa u građevinarstvu RH i svijetu; Osvrt na praksu primjene standardnih normativa te specifičnih za pojedine organizacije; Izrada i korištenje normativa u EU praksi; Usporedba Eu najbolje prakse i Republike Hrvatske; Trendovi u proučavanju rada i upotreba modernih tehnologija.
13. Proučavanje rada u građevinarstvu u kontekstu gospodarstva. Socijalni dijalog, sigurnost i pravo na radu.
14. Industrijalizacija 4.0 u kontekstu proučavanja rada. Robotizacija i utjecaj industrijalizacije na procese u proizvodnji.
15. Simulacija proizvodnje. Definicija pojma simulacije; Primjena najpoznatijih simulacijskih metoda (Teorija repova, Metoda Monte Carlo, metoda diskretnih događaja)

- Vježbe:
  1. Uvod i podjela studenata u grupe
  2. Auditivni prikaz sustavne analize jednog složenog građevinskog proizvodnog tehnološkog procesa
  3. Nastavak: auditivni prikaz sustavne analize jednog složenog građevinskog proizvodnog tehnološkog procesa.
  4. Studenti raspodijeljeni u radne grupe rješavaju problemski uradak.
  5. Nastavak: studenti raspodijeljeni u radne grupe rješavaju problemski uradak.
  6. Auditivni prikaz metoda normiranja građevinske proizvodnje.
  7. Nastavak: Auditivni prikaz metoda normiranja građevinske proizvodnje.
  8. Nastavak: Auditivni prikaz metoda normiranja građevinske proizvodnje
  9. Studenti numerički rješavaju individualni uradak iz područja normiranja građevinske proizvodnje.
  10. Studenti se upoznaju sa mogućnostima korištenja informatičkih programskih paketa za simulacije i rješavanje konkretnih primjera.
  11. Studenti se upoznaju sa mogućnostima korištenja informatičkih programskih paketa za simulacije i rješavanje konkretnih primjera.
  12. Studenti se upoznaju sa mogućnostima korištenja informatičkih programskih paketa za simulacije i rješavanje konkretnih primjera.
  13. Studenti se upoznaju sa mogućnostima korištenja informatičkih programskih paketa za simulacije i rješavanje konkretnih primjera.
  14. Studenti se upoznaju sa mogućnostima korištenja informatičkih programskih paketa za simulacije i rješavanje konkretnih primjera.
  15. Zaključak kolegija i završne konzultacije sa studentima; Integracija naučenog.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada 4 uratka na konstruktivnim vježbama,
- pristupanje polaganju dva kolokvija u računalnoj učionici fakulteta.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje 4 urađena uratka studenata,
- polažu se dva kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- položeni kolokviji i urađeni uradci na konstrukcijskim vježbama ili
- polaganje ispita iz cjelokupnog nastavnog gradiva.

Doprinos konačnoj ocjeni:

- moguć je ako se, nositelj kolegija na usmenom dijelu ispita uvjeri da je ispitanik razložno i sustavno savladao odslušano nastavno gradivo ispredavanog kolegija.

Obvezna literatura:

1. Nahod, M.-M. – Proučavanje rada, nastavni materijal, e-learning sustav Merlin 2021/2022.
2. C.P. Robert and G. Casella, Introducing Monte Carlo Methods with R, Springer, 2010.
3. Thomas H.R., Ellis R.D. - Construction Site Management and Labor Productivity Improvement, ASCE Press, 2017
4. J.Marušić, Organizacija građenja, Sveučilišni udžbenik, FS, Zagreb, 1994.
5. J.K. Yates, Productivity Improvement for Construction and Engineering: Implementing Programs That Save Money and Time, ISBN: 978-0784413463, 2014.

Izborni kolegiji

MATEMATIKA 3.

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

STOHASTIČKI PROCESI

vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

1. godina, 2. semestar

Obvezni kolegiji

GRAĐEVINSKI STROJEVI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 26
- seminari:4
- vježbe: 30 (auditorne: 12, konstrukcijske: 18)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teoretskih znanja o planiranju, korištenju i održavanju građevinskih strojeva i strojnih sustava,
- stjecanje praktičnih znanja o postupcima proračuna učinka, cijene, kapaciteta, pouzdanosti i iskoristivosti strojeva i strojnih sustava.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje metode dodatne i direktne kalkulacije u građevinarstvu,
- poznavanja teoretskih znanja iz tehnologije i organizacije građenja, poput: vrste osnovnih građevinski strojevi, proračun praktičnog učinka stroja, cijena radnog sata stroja, analiza cijena, mrežno planiranje, tehnološke karte itd. Poznavanje matematičkih metoda vjerojatnosti i statistike.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati postrojenja za proizvodnju gradiva,
- prepoznati radne sustave građevinskih strojeva,
- primijeniti metodu izbora strojeva,
- primijeniti metodu planiranja strojnog rada,
- primijeniti metodu izračuna cijene radnog sata stroja,
- primijeniti metodu izračuna pouzdanosti strojeva.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvodno predavanje
2. Učinak građevinskih strojeva
3. Određivanje vremena rada strojeva
4. Izbor strojeva i planiranje strojnog rada
5. Pouzdanost strojnih sustava
6. Troškovi strojnog rada
7. Životni vijek i ekonomičnost strojeva
8. Kolokvij 1
9. Postrojenja za proizvodnju gradiva
10. Radni sustavi

11. Logistika građenja
12. Dizalice i unutrašnji transport
13. Mobilne tehnologije i analize korištenja građevinskih strojeva
14. Seminarski radovi
15. Kolokvij 2

- Vježbe:

1. Uvodne upute za izradu programa
2. Učinak građevinskih strojeva
3. Planiranje strojnog rada
4. Troškovi strojnog rada
5. Pouzdanost građevinskih strojeva
6. Optimiziranje izbora građevinskih strojeva
7. Završni pregled programskih zadataka
8. Predaja programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa vježbi,
- 2 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje predavanja i vježbi,
- ocjenjivanje seminara
- ocjenjivanje kolokvija: studenti koji ostvare 60% bodova oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 30%, seminar 10% i kolokvij 60% ili ispit 100%.

Obvezna literatura:

1. Linarić Z.: Leksikon strojeva i opreme za proizvodnju građevinskih materijala, Učinci za strojeve i vozila pri zemljanim radovima, biblioteka Mineral, Busines Media Croatia, Zagreb, 2007.
2. Linarić Z.: Postrojenja za proizvodnju sipkih i povezanih mineralnih gradiva, biblioteka Mineral, Busines Media Croatia, Zagreb, 2009.
3. Radujković, M; Burcar Dunović, I; Dolaček Alduk, Z,; Nahod, M.M.; Vukomanović, Mladen. Organizacija građenja, Zagreb : Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2015.
4. Slunjski, E.; Strojevi u građevinarstvu, HGDI, Zagreb, 1995.
5. Taboršak, D.; Studij rada, četvrto izdanje, Orgadata, Zagreb, 1994.
6. Trbojević, B., Praščević, Ž.; Građevinske mašine, Građevinska knjiga, Beograd, 1991.
7. Žaja, M.; Ekonomika proizvodnje, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
8. Elektronski udžbenici – www.grad.hr → djelatnici → redoviti profesori → Zdravko Linarić → pridruženi dokumenti: Knjiga 1: Leksikon strojeva, Učinak građevinskih strojeva, Troškovi strojnog rada, Izbor strojeva i planiranje strojnog rada u građenju, Postrojenja za

proizvodnju gradiva I. Dio; Drobilane, Tvornice betona, Asfaltna postrojenja, Sustavi građevinskih strojeva.

9. Separati

MENADŽMENT U GRAĐEVINARSTVU

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe 15 (auditorne: 4, seminari: 11)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o temeljnim principima menadžmenta, upravljanju projektima i poslovnom odlučivanju,
- upoznavanje sa pojmom poduzeća, poslovanjem poduzeća, rezultatima poslovanja te pojmom tržišta.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poželjno poznavanje osnova ekonomije u okviru kolegija Poslovna ekonomija (izborni predmet na prvoj godini preddiplomskog studija).

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti temeljne principe menadžmenta, te razvoj i funkcije menadžmenta,
- opisati menadžment kao proces u okviru planiranja, organiziranja, motiviranja i kontrole,
- objasniti stilove i metode poslovnog odlučivanja,
- definirati vrste poduzeća, ograničenja i načela poslovanja poduzeća te samo poslovanje poduzeća kroz proces reprodukcije i poslovnih sredstava,
- razlikovati troškove poslovanja, cijene i kalkulacije,
- interpretirati pokazatelje rezultata poslovanja,
- analizirati vrste tržišta i sudionike razmjene na tržištu.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod
2. 1. Temeljni principi menadžmenta
3. Menadžeri/tehnomenadžeri Funkcije menadžmenta
4. Razvoj menadžmenta Škole menadžmenta
5. 2. Menadžment kao proces – planiranje, organiziranje
6. Menadžment kao proces – motiviranje, kontrola
7. 3. Poduzeće – pojam, vrste
8. Poduzeće - proces reprodukcije, poslovna sredstva poduzeća
9. 4. Troškovi, cijene i kalkulacije
10. 5. Rezultati poslovanja – financijska izvješća, pokazatelji uspjeha
11. 6. Poslovno odlučivanje – metode i stilovi
12. Poslovno odlučivanje – komunikacija
13. 7. Tržište i tržišno poslovanje
14. Tržište i sudionici razmjene
15. Prezentacija seminarskih radova

- Vježbe:

1. Menadžment – pojam/Merlin
2. Kako napisati seminarski rad?
3. Tko su učinkoviti vođe?
4. Kako napraviti uspješnu prezentaciju?
5. Case study
6. Prezentacija seminarskog rada – diskusija
7. 1. kolokvij
8. Case study
9. Case study
10. Prezentacija seminarskog rada - diskusija
11. 2. kolokvij
12. Case study
13. Prezentacija seminarskog rada - diskusija
14. Seminar Prezentacija seminarskog rada - diskusija
15. Seminar 3. kolokvij

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- više od 75% pohađanja predavanja i vježbi,
- 3 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25% bodova,
- napisati seminarski rad,
- koristiti Merlin.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- uspješno napisan i prezentiran seminarski rad,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju dobiju najmanje ocjenu 3 oslobađaju se pisanog dijela ispita, studenti koji na svakom kolokviju dobiju ocjene 4 ili 5 oslobađaju se ispita u cijelosti).

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokviji 75%, seminarski rad 15%, Merlin 10%.

Obvezna literatura:

1. Katavić, M.: Osnove ekonomike za graditelje, Hrvatska sveučilišna naknada, Zagreb, 2009.
2. Sikavica, P., Bahtijarević-Šiber, F., Pološki vokić, N.: Temelji menadžmenta, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
3. Sherratt, F., Farell, P.: Introduction to Construction Management, Routledge, NY; 2015.
4. Materijali na Merlinu

UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM PROJEKTIMA

Bodovna vrijednost (ECTS): 9

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 60
- vježbe: 30 (auditorne: 16, projektantske: 14)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teoretskih znanja o planiranju, vođenju, organiziranju i kontroli građevinskih projekata te ostalim aspektima upravljanja projektima,
- stjecanje praktičnih znanja o alatima za upravljanje građevinskim projektima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje metode dodatne i direktne kalkulacije u građevinarstvu,
- poznavanja teoretskih znanja iz organizacije građenja, poput: analiza cijena, mrežno planiranje, organigrami, teorije organizacije, građevinska regulativa itd.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati počela upravljanja projektima (Strategije, Ciljevi, Sadržaj, Faze, Životni vijek, Sudionici, Ograničenja, Varijable uspjeha, Održivost projekta),
- prepoznati procese upravljanja u pripremnim fazama (Identifikacija projekta, Definiranje projekta, Priprema izvršenja projekta),
- prepoznati procese upravljanja u izvedbenim fazama (Pokretanje izvršenja, Izvršenje, Završetak izvršenja)primijeniti metodu planiranja strojnog rada,
- primijeniti metodu formiranja tima,
- primijeniti metodu upravljanja rizicima,
- primijeniti metodu upravljanja kvalitetom.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:
  1. Temeljna znanja iz upravljanja projektima (Razvoj upravljanja projektima, Temeljna znanja po standardima PMI, IPMA , ISO 21500)
  2. Osnove upravljanje građevinskim projektima (Strategije, Ciljevi, Sadržaj, Faze, Životni vijek, Sudionici, Ograničenja, Varijable uspjeha, Održivost projekta)
  3. Upravljanje u pripremnim fazama (Identifikacija projekta, Definiranje projekta, Priprema izvršenja projekta)
  4. Upravljanje u izvedbenim fazama (Pokretanje izvršenja, Izvršenje, Završetak izvršenja)
  5. Voditelj građevinskog projekta, Upravljanje izvršenjem (Potrebne kvalifikacije, Posebne osobine voditelja, Posao voditelja, Odgovornosti voditelja, Program vođenja projekta)
  6. Timski rad (Definicija tima, Karakteristike efikasnog tima, Formiranje tima – sastav i veličina, Rad u timu, Timske uloge pojedinca, Problemi rada u timu, Primjeri projektnih timova, Lideri vođenje, Konflikti)
  7. Upravljanje rizicima kod građevinskih projekata (Definicije rizike, Bitna svojstva rizika, Djelovanje rizika u građevinskim projektima, Identifikacija izvora rizika, Analiza rizika, Odgovor rizicima)
  8. Upravljanje promjenama (Izvori promjena, Odlučivanje o promjenama, Administriranje promjena)
  9. Upravljanje ljudskim resursima (Značaj i funkcije, Tehnike upravljanja, Planiranje ljudskih resursa)

10. Upravljanje kvalitetom/troškovima/vremenom u građevinskim projektima (Elementi kvalitete, Normizacija kvalitete, Kvaliteta u projektu i poslovnom sustavu, Kvaliteta kao strateški cilj, Potpuno upravljanje kvalitetom, Metode i tehnike upravljanja)
11. Upravljanje informacijama i komunikacijom u građevinskim projektima (Informacija, Komunikacija, Informacijske tehnologije, Planiranje informacijskog sustava, Odlučivanje)
12. Dokumentiranje upravljanja građevinskim projektima (Ustupanje radova i usluga, Ugovorna dokumentacija, Domaći i strani izvori dokumentacije, Ugovori o izvođenju, Koncesijski ugovori, Ugovori o inženjeringu, Dokumentacija za ugovorna potraživanja i sporove)
13. Informacijski sustavi (IS) i informacijske tehnologije (IT) u kontekstu upravljanja građevinskim projektima

- Vježbe:
  1. Opis projekta (Swot, svrha, strateški i projektni ciljevi, kratkoročni i dugoročni)
  2. Opis projekta (Swot, svrha, strateški i projektni ciljevi, kratkoročni i dugoročni)
  3. Interesni sudionici (Interni, eksterni, matrica snaga, interes, stav, njihov potencijalni utjecaj, njihove želje, potrebe i ciljevi u projektu)
  4. Interesni sudionici (Interni, eksterni, matrica snaga, interes, stav, njihov potencijalni utjecaj, njihove želje, potrebe i ciljevi u projektu)
  5. Sadržaj projekta (opseg, WBS, dokumentacija za sve faze projekta, koncept projekta kao objedinjavajući dokument, tim za vođenje, funkcije tima, kolaboracija u timu)
  6. Sadržaj projekta (opseg, WBS, dokumentacija za sve faze projekta, koncept projekta kao objedinjavajući dokument, tim za vođenje, funkcije tima, kolaboracija u timu)
  7. Planiranje aktivnosti projekta (WBS, OBS, ljudski i materijalni resursi, cijene)
  8. Planiranje aktivnosti projekta (WBS, OBS, ljudski i materijalni resursi, cijene)
  9. Rizici u projektu, (identifikacija i registar rizika, utjecaj i posljedica rizika na projekt, mjere smanjenja rizika
  10. Rizici u projektu, (identifikacija i registar rizika, utjecaj i posljedica rizika na projekt, mjere smanjenja rizika)
  11. Plan komunikacije na projektu, te praćenje i kontrola projekta (RAM, komunikacijski plan s osvrtom na WBS-OBS strukturu, sustav kontrole i izvještavanja, korektivne aktivnosti, komunikacijski oblici)
  12. Plan komunikacije na projektu, te praćenje i kontrola projekta (RAM, komunikacijski plan s osvrtom na WBS-OBS strukturu, sustav kontrole i izvještavanja, korektivne aktivnosti, komunikacijski oblici)
  13. Zatvaranje projekta - project close out (naučene lekcije, transfer znanja iz projekta, spremanje baze podataka, primopredaja i zatvaranje projekta)
  14. Prezentacija projektnog plana (cjelokupnog programa predmeta)
  15. Završna obrana i predaja programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 25 % na svakom kolokviju ili 75 % u zbroju s tim da najviše jedan kolokvij može biti ispod 25 %,
- predan i pozitivno ocijenjen seminar (18 bodova),
- predan i pozitivno ocijenjen program (18 bodova).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- program 0-30 bodova, udio 30%,
- seminar 0-30 bodova, udio10%,
- kolokviji: 0-30 bodova, udio 60 %

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- oslobođenje od ispita ukoliko je u prosjeku rezultat kolokvija preko 60 % s time da najviše jedan kolokvij može biti ispod 60%, ali ne ispod 25 %,
- pisani dio ispita: 60% dovoljno za prolaz,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 30%, kolokvij 60 %, seminar 10% ili ispit 60%, ocjena iz vježbi 40 %.

Obvezna literatura:

1. Radujković M. , Pienaru A., i skupina koautora – PM Toolkit, Hrvatska udruga za upravljanje projektima, Zagreb, 2004.
2. Radujković M. – Upravljanje građevinskim projektima, GF Zagreb 2009., (nerecenzirana skripta)
3. Skendrović V. – Upravljanje projektima , GF Osijek, Osijek, 2002.
4. International Project Management Association – ICB v.4., , IPMA, Zurich 2015.
5. Project management Institute – A Guide to Project Management Body of Knowledge, 6th Edition, PMI, USA, 2017.,
6. Izetbegović J., Žerjav V., Organizacija građevinske proizvodnje, Sveučilišni udžbenik, GF Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska udruga za organizaciju građenja, Zagreb, 2009.
7. Vukomanović, M. i Radujković, M – Poslovna izvrsnost u građevinarstvu RH, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet i Hrvatska udruga za organizaciju građenja, 2011.
8. Radujković, M; Burcar Dunović, I; Dolaček Alduk, Z,; Nahod, M.M.; Vukomanović, Mladen. Organizacija građenja, Zagreb : Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2015.
9. Radujković, Mladen; Car-Pušić, Diana; Ostojić Škomrlj, Nives; Vukomanović, Mladen; Burcar Dunović, Ivana; Delić, Davor; Meštrović, Hrvoje. Planiranje i kontrola projekata, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2012.
10. Radujković, Mladen; Burcar, Ivana; Vukomanović, Mladen. Riješeni primjeri zadataka - Organizacija građenja 1 i Metode planiranja; Zagreb : Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2008.
11. European Commission; Centre of Excellence in Project Management (CoEPM²). PM'2 Project Management Methodology Guide, Open Edition, Brussels, / Luxemburg, 2016.
12. Office of Government Commerce. Managing Successful Projects with PRINCE2, UK, 2009.

Izborni kolegiji

ZAŠTITA OKOLIŠA

Vidjeti u poglavlju Smjer Hidrotehnika.

ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- vježbe: 45 (auditorne)

Ciljevi kolegija:

- Nastava je fokusirana na jezične potrebe budućih voditelja gradnje, odnosno na svladavanje bitnih stručnih termina iz različitih područja građevinarstva općenito, te na usvajanje vokabulara poslovnog jezika. Nastava jezika uključuje i jezičnu pripremu studenata za predstojeće radno iskustvo – simuliranje intervjua kroz usmene vježbe, pisanje pisma poslodavcu, pristup natječaju za posao. Cilj je nastave pomoći studentu da se samostalno služi stručnom literaturom i sudjeluje u svim oblicima usmenog priopćavanja tehničkih sadržaja, od sudjelovanja u diskusijama do samostalnih i zajedničkih prezentacija.
- Razvijanje vještina razumijevanja, konverzacije i prijevoda.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanje engleskog na srednjoj i višoj srednjoj razini (intermediate, upper-intermediate level).

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje i interpretacija tehničkih tekstova,
- samostalno pisanje izvještaja o nekom tehničkom postupku i njegovu izvođenju,
- sigurnost i samostalnost u usmenom izražavanju u stručnom području i objašnjavanju stručnih termina,
- jezično snalaženje u oblikovanju natječajne dokumentacije,
- analiziranje, selekcioniranje i organiziranje ideja i informacija iz različitih izvora.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

1. Creating a CV - How to write a CV? Writing a letter of application / Job Interview Questions
2. Professional Development Preparing for the Interview Skills – Techniques, Tips and Advice Recruitment of graduates
3. Managing a Project
4. Mission to Accomplish Managing Projects and Complexity
5. Company Profile
6. Time, Quality and Cost Issues: comparing Benefits & Weighing Alternatives
7. How to Write an E-mail!
8. Leadership Strategy in Construction Process
9. Construction Site Organization
10. Preparing Tender Documentation
11. Managing Projects and Complexity / Setting Goals II
12. Single/Joint presentations
13. Starting a Career
14. Risk Management
15. Preliminary exam

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% pohađanja nastave,
- izrada jedne prezentacije,

- 3 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- Kontinuiranim radom u toku semestra, student može biti oslobođen cijelog ispita ili dijela ispita. Provjera znanja vezanog uz obradu određenih tema vrši se na svakom satu u pismenom ili usmenom obliku. Provjerava se stupanj usvojenosti stručnog vokabulara i snalaženje u stručnom tekstu. On podrazumijeva izradu vježbi kojima okosnicu čine predavanja; vježbe uključuju razumijevanje tekstova, izradu sažetaka, savladavanje gramatičkih konstrukcija zastupljenih u stručnom tehničkom jeziku.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- Ocjene iz svih provjera znanja i kolokvija sačinjavaju završnu ocjenu. Ocjene se temelje na sljedećim osnovama: rezultati kolokvija, bodovi stečeni tijekom rada u semestru – aktivno sudjelovanje na satu, provjera znanja iz gramatike, prijevodi na strani jezik, prijevodi sa stranog jezika i provjere stručnog vokabulara. Iz kolokvija moguće je postići maksimalno 20 bodova – ocjena se množi sa četiri. Ispitu pristupaju oni koji nisu zadovoljni sa ocjenom dobivenom na temelju sakupljenih bodova tijekom semestra.

Obvezna literatura:

1. A. Kralj Štih, English for Civili Engineering Specialization Fields (Construction Management), University course materials, Zagreb, 2015
2. Williams, English for Science and Engineering, Thomson ELT, USA, 2007
3. V.Lambert&W.Murray, Everyday Technical English, Essex, 2003

NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- vježbe: 45

Ciljevi kolegija:

- cilj je nastave kroz razvijanje vještina razumijevanja, konverzacije i prijevoda pomoći studentu da se samostalno služi stručnom literaturom,
- ovladavanje svim oblicima usmenog priopćavanja tehničkih sadržaja, od sudjelovanja u diskusijama do samostalnih prezentacija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanje njemačkog na srednjoj i višoj srednjoj razini (B1, B2).

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje i interpretiranje tehničkih tekstova,
- sigurnost i samostalnost u usmenom izražavanju u tehničkom području i objašnjavanju stručnih termina,
- sastavljanje životopisa i molbe za radno mjesto.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

1. Projektmanagement im Ingenieurbau
2. Deutsch im Berufsalltag - Ein Tag im Leben eines Bauingenieurs
3. Projektmanagement im Ingenieurbau
4. Deutsch im Berufsalltag - Ein Tag im Leben eines Bauingenieurs

5. Bauleitung und Bauwirtschaft
6. Die Geschichte einer Renovation
7. Eine Frau an der Baustelle – Nadia Tschammer
8. Beton-Stahlbeton-Spannbeton
9. Porträts der Bauingenieure
10. Verschiedenste Brückenarten
11. Bauholz
12. Individuelle Präsentierung - Die Teampräsentierung
13. Wie man sich auf ein Interview vorbereitet
14. 10 goldene Fragen der Präsentation
15. Endprüfung

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 75% pohađanja nastave,
- izrada jedne prezentacije,
- 3 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- Kontinuiranim radom u toku semestra, student može biti oslobođen cijelog ispita ili dijela ispita. Provjera znanja vezanog uz obradu određenih tema vrši se na svakom satu u pismenom ili usmenom obliku. Provjerava se stupanj usvojenosti stručnog vokabulara i snalaženje u stručnom tekstu. On podrazumijeva izradu vježbi kojima okosnicu čine predavanja; vježbe uključuju razumijevanje tekstova, izradu sažetaka, savladavanje gramatičkih konstrukcija zastupljenih u stručnom tehničkom jeziku.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- Ocjene iz svih provjera znanja i kolokvija sačinjavaju završnu ocjenu. Ocjene se temelje na sljedećim osnovama: rezultati kolokvija, bodovi stečeni tijekom rada u semestru – aktivno sudjelovanje na satu, provjera znanja iz gramatike, prijevodi na strani jezik, prijevodi sa stranog jezika i provjere stručnog vokabulara. Iz kolokvija moguće je postići maksimalno 20 bodova – ocjena se množi sa četiri. Ispitu pristupaju oni koji nisu zadovoljni sa ocjenom dobivenom na temelju sakupljenih bodova tijekom semestra.

Obvezna literatura:

1. Kralj Štih A., Deutsch für Vertiefungsrichtungen im Bauingenieurwesen, Sveučilišna skripta, Zagreb, 2015
2. V. Eismann, Erfolgreich bei Präsentationen, Trainingsmodul, Cornelsen Verlag, 2006
3. Izvori s interneta: www. bau.de

INFORMACIJSKO MODELIRANJE GRADNJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 11, projektantske 19)

Ciljevi kolegija:

- Stjecanje teoretskih znanja o informacijskom modeliranju gradnje (BIM),

- stjecanje teoretskih znanja o planiranju, vođenju, organiziranju i kontroli BIM građevinskih projekata,
- stjecanje praktičnih znanja o BIM alatima i procesima za planiranje, pripremu i izvršenje građevinskih projekta,
- stjecanje praktičnih znanja o potrebnim kompetencija kod osoba uključenih u BIM upravljanje projektima,
- stjecanje praktičnih znanja o standardima, procesima i alatima za primjenu BIM koncepta u projektima.

Ishodi učenja kolegija:

- Objasniti definiciju, svojstva i važnost BIM-a u građevinskim projektima.
- Prepoznati nužne kompetencije osoba uključenih u BIM projekt.
- Izraditi i interpretirati plan izvršenja BIM projekta (BIM execution plan) i zahtjev naručitelja (EIR).
- Izraditi plan komunikacije, praćenje i kontrole kvalitete u BIM projektima.
- Izraditi BIM model građevine.
- Izraditi i vrednovati 5D plan izvođenja građevine.
- Interpretirati odnos plana izvršenja BIM projekta i plana upravljanja projektom.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Modeliranje i upravljanje informacijama u BIM okruženju (nD modeliranje)
2. Uloge i zaduženja osoba uključenih u BIM projekte
3. Standardi podataka u BIM projektima (ISO 16739, ISO 12006-3, ISO 29481, itd.)
4. Standardi procesa u BIM projektima (familija ISO 19650 standarda)
5. Definiranje informacija modela: BIM objekti i knjižnice, stupnjevi razrade (LOD), klasifikacijski sustavi (ISO 12006-2 i ISO 17412)
6. Zahtjevi naručitelja (EIR) i BIM plan izvršenja (BEP) u projektima (kontekst u upravljanju projektima, svrha i nužni principi kod primjene)
7. Isporuka digitalnih informacija te korištenje informacija u različitim fazama projekta (PIM, AIM, COBie, Digital Plan of Work itd.)
8. Razmjena i sigurnost korištenja informacija u BIM projektima (zajedničko podatkovno okruženje, UK Government Soft Landing scheme, itd.)
9. Uvjeti ugovaranja primjene BIM-a na projektima (vlasništvo BIM modela, intelektualna prava, osiguranja i izloženosti rizicima, itd.)
10. Stanje primjene BIM-a (globalni i nacionalni standardi, certifikati, strukovne organizacije koje promiču i podupiru primjenu BIM-a, zakonska regulativa itd.)
11. Razine zrelosti te organizacijski otpori i promjene kod implementacije BIM-a
12. Vrijednosti od primjene BIM tehnologije u projektima (unaprjeđenje procesa građenja i održavanja građevina, smanjivanje otpada, otklanjanje pogrešaka, unaprjeđenje kvalitete isporuka, poboljšanja koordinacija sudionika itd.)
13. Novi trendovi i budućnost upravljanja u BIM projektima

- Vježbe (auditorne):

1. Točka 1: Definiranje ulaznih podataka za rad u BIM okruženju
2. Točka 2: Kontrola kvalitete BIM modela (izvorna i IFC datoteka)
3. Točka 3: Izrada 4D BIM modela
4. Točka 4: Izrada 5D BIM modela

5. Točka 5: Izrada dinamičke sheme gradilišta
6. Točka 6: Izrada BIM plana izvršenja

- Vježbe (projektantske):

1. Točka 1: Definiranje ulaznih podataka za rad u BIM okruženju
2. Točka 2: Kontrola kvalitete BIM modela (izvorna i IFC datoteka)
3. Točka 3: Izrada 4D BIM modela
4. Točka 4: Izrada 5D BIM modela
5. Točka 5: Izrada dinamičke sheme gradilišta
6. Točka 6: Izrada BIM plana izvršenja

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- 80% prisutnost na predavanju,
- 80% prisutnost na vježbama,
- pozitivno ocijenjen program,
- 25% bodova na svakom od kolokvija (2 kolokvija).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- prisutnost na predavanjima i vježbama,
- pregled i ocjenjivanje programa: 0-18 bodova (1), 18-21 bodova (2), 21-24 bodova (3), 24-27 bodova (4), 27-30 bodova (5),
- ocjenjivanje kolokvija: 25 % potrebno za prolaz na svakom kolokviju (2 kolokvija), 60 % dovoljno za oslobođenje od ispita.

  - oslobođenje od ispita ukoliko je ostvareno 60% bodova na svakom od kolokvija (2 kolokvija),
  - pismeni i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokvij/ispit 50%,
- program 50%.

Obvezna literatura:

1. Sacks, R. i dr.. -BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 3rd Edition, 2018.
2. EU BIM Task Group - Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector
3. Jurčević, M. i dr. – Opće smjernice za BIM pristup u graditeljstvu, Zagreb, 2017.
4. Andabaka, F. i dr. - Smjernice za BIM pristup u infrastrukturnim projektima, Zagreb, 2021.
5. Orešić, V. – BIM plan izvršenja – BEP, 2017. 90
6. ISO 12006-2:2015 Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification
7. ISO 12006-3:2007 Building construction – Organization of information about construction works – Part 3: Framework for object-oriented information
8. ISO 16739-1:2018 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries – Part 1: Data schema
9. ISO 29481-1:2010 Building information modelling – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format

10. ISO 29481-2:2012 Building information models - Information delivery manual - Part 2: Interaction framework
11. ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including BIM - Information management using building information modeling - Part 1: Concepts and principles
12. ISO 19650-2:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 2: Delivery phase of the assets
13. ISO 19650-3:2020 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 3: Operational phase of assets
14. ISO 19650-4:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 4: Information exchange
15. ISO 19650-5:2020 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) Information management using building information modelling - Part 5: security-minded approach to information management
16. ISO 15686-4:2014 Building Construction — Service Life Planning — Part 4: Service Life Planning using Building Information Modelling
17. ISO 17412-1:2020 Building Information Modelling - Level of Information Need - Part 1: Concepts and principles
18. CIC Research Group, Department of Architectural Engineering,The Pennsylvania State University - The BIM Project Execution Planning Guide and Templates - Version 2.0, 201

TEHNOLOGIJA GRAĐENJA 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe: 30 (auditorne: 10, projektantske: 20)

Ciljevi kolegija:

- upoznavanje s tehnikama i tehnologijama zemljanih radova u tlu i stijeni, logistikom i tehnologijom zbrinjavanja građevnog otpada, opremom za recikliranje građevnog otpada, tehnikom i tehnologijom minerskih radova, zaštitom zemljanih radova i građevina, iskopima ispod površine, iskopima tunela, izradom cjevovoda.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznavanje terena i pravilan izbor strojeva za rad,
- odrediti strojeve za rušenje postrojenje za reciklažu,
- prepoznati problematiku radova i odrediti tehnologiju i tehniku podzemnih radova na cjevovodima,
- prepoznati problematiku i dimenzionirati i odrediti tehnologiju i tehniku radova na iskopu tunela,
- odrediti način i dimenzionirati minerske radove u kamenolomu

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Tehnika i tehnologija zemljanih radova u tlu i stijeni Tehnika i tehnologija građenja Iskop stijene
  2. Tehnika i tehnologija zemljanih radova - Iskop tla i stijene Transport sipkih gradiva i izvedba nasutih građevina Pripremni radovi za zemljane radove
  3. Tehnika, tehnologija i logistika postupanja s građevinskim otpadom Zaštita okoliša, građevinski otpad Prikupljanje građevinskog otpada Recikliranje građevinskog otpada
  4. Tehnika, tehnologija i logistika postupanja s građevinskim otpadom Korištenje recikliranih gradiva
  5. Tehnika i tehnologija miniranja stijene (Eksplozivi, upaljači i eksplozivne vrpce; NONEL-sustav aktiviranja. Teorija miniranja, Parametri miniranja. Obodno (konturno) miniranje.
  6. Terenska nastava – obilazak gradilišta s upoznavanjem i promišljanjem tehnike i tehnologije zemljanih radova.
  7. 1. kolokvij
  8. Tehnika i tehnologija proizvodnje kamene sitneži Proizvodnja sipkih građevinskih materijala za nasute konstrukcije Drobljenje i drobilane Sijanje, proračun sita
  9. Tehnika i tehnologija proizvodnje kamene sitneži Pranje kamene sitneži. Pokretne drobilane i sijačice Zaštita zemljanih radova i konstrukcija – građevina Stabilizacija i konsolidacija temeljnog tla, Jet – grouting Zaštita pokosa.
  10. Zaštita zemljanih radova i konstrukcija – građevina Zaštita pokosa Zaštita rovova, zaštita građevinskih jama, dijafragme
  11. Tehnika i tehnologija podzemnih iskopa (tunelogradnja) Tehnika i tehnologija podzemnih iskopa N.A.T.M.
  12. Tehnika i tehnologija podzemnih iskopa (tunelogradnja) T.B.M. Tehnika i tehnologija izvedbe cjevovoda (mikrotuneliranje) Izbor i planiranje tehnike i tehnologije zemljanih radova Učinak strojeva i vozila pri zemljanim radovima Troškovi zemljanih radova
  13. Izbor i planiranje tehnike i tehnologije u mostogradnji
  14. 2. kolokvij
  15. Popravni kolokvij

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- više od 75% pohađanja predavanja i 100 % pohađanje vježbi,
- više od 25% na svakom od kolokvija
- izrađen, prihvaćen i usmeno obranjen pisani program.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 2 kolokvija,
- program.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- 20 % program, 40 % 1. kolokvij, 40 % 2. kolokvij ili 100 % ispit.

Obvezna literatura:

1. Božić B.: Miniranje u rudarstvu, graditeljstvu i geotehnici, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Geotehnički fakultet u Varaždinu, Varaždin, 1998,

2. Ester Z.: Miniranje I., Eksplozivne tvari, metode i svojstva ispitivanja, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, RGN fakultet, Zagreb, 2005,
3. Linarić Z.: Leksikon strojeva i opreme za proizvodnju građevinskih materijala, Učinci za strojeve i vozila pri zemljanim radovima, biblioteka Mineral, Busines Media Croatia, Zagreb, 2007,
4. Roje-Bonacci T.: Potporne građevine i građevinske jame, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Splitu, Sveučilište u Splitu, IGH d.d. Zagreb, Split 2005;
5. Drugi sadržaji: elektronski udžbenici dostupni na Merlin e-learning sustavu: Linarić, Zdravko: Izbor strojeva i planiranje strojnog rada u građenju Linarić, Zdravko: Leksikon osnovne građevinske dokumentacije Linarić, Zdravko: Sustavi građevinskih strojeva Linarić, Zdravko: Troškovi strojnog rada u građenju Linarić, Zdravko: Učinak građevinskih strojeva

PRAĆENJE I KONTROLA GRADNJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje i povezivanje znanja iz područja građevinske regulative, upravljanja kvalitetom i teorije organizacije u cilju praćenja i kontrole gradnje.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- osnove građevinske regulative,
- osnove tehnologije građenja.

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti normativne i ugovorne osnove praćenja i kontrole procesa gradnje,
- nabrojati i opisati dužnosti stručnog nadzora u fazama projekta,
- opisati principe kontrole kvalitete, troškova i vremena u procesu gradnje,
- objasniti aktivnosti tehničkog savjetovanja investitora.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Normativne osnove stručnog nadzora nad izvođenjem radova, zakoni i pravilnici
2. Ugovorne osnove stručnog nadzora. Stručni nadzor i ostali sudionici u projektu. Struktura nadzornog tima i odnosi unutar njega
3. Uloga i dužnosti stručnog nadzora u fazama projekta: imenovanje, uvođenje izvođača u posao, provjera tehničke dokumentacije, elaborat o iskolčenju
4. Kontrola količina, metode izmjere i obračuna
5. Kontrola kvalitete
6. Kontrola dinamike izvođenja radova
7. Financijska kontrola. Vrednovanje ivantroškovničkih radova
8. Obračunske situacije. Okončana situacija i obračun
9. Tehnički pregled, primopredaja građevine
10. Službena komunikacija i dokumentacija
11. Normativne osnove tehničkog savjetovanja. Izbor konzultanta i elementi ugovora o tehničkom savjetovanju

12. Funkcija konzultanta u fazama projekta: priprema i provođenje natječaja, ugovaranje pojedinih faza izvedbe projekta
13. Praćenje izvedbe projekta u pogledu vremena, kvalitete i troškova. Savjetovanje investitora
14. Aneksi ugovora i prateća dokumentacija
15. Odgovornost konzultanta. Strukovne udruge i norme

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje nastave
- više od 25% na svakom od kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 1. i 2. kolokvij. Studenti koji ostvare 60% i više bodova na kolokvijima oslobođeni su pismenog ispita

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- 50% 1. kolokvij, 50% drugi kolokvij ili 100% ispit.

Obvezna literatura:

1. Nastavni materijali sa predavanja
2. Tekstovi zakona, pravilnika i ostale građevinske i tehničke regulative

GOSPODARENJE GRAĐEVINAMA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne 10, projektantske 20)

Ciljevi kolegija:

- naučiti studente o konceptu i važnosti gospodarenja građevinama,
- osposobiti studente za primjenu stečenih znanja za gospodarenje građevinama u fazi projektiranja i uporabe građevine.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnova menadžmenta.

Ishodi učenja kolegija:
Nakon slušanja i polaganja ovog kolegija student će moći:

- objasniti vezu između održavanja i gospodarenja građevinama
- primjenjivati računalne programe za određivanje prioriteta kod gospodarenja građevinama
- primjenjivati modele gospodarenja građevinama u zadanim uvjetima
- izraditi strategiju gospodarenja građevinama za određeno poduzeće.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod u gospodarenje građevinama
2. Gospodarenje građevinama u kontekstu organizacije
3. Razvoj koncepta gospodarenja građevinama u svijetu i u Hrvatskoj

4. Međunarodni standardi za gospodarenje građevinama
5. Veza održavanja i gospodarenja građevinama
6. Učinak (performanse) građevina
7. Modeli gospodarenja građevinama
8. Modeli gospodarenja građevinama
9. Primjena informacijskih tehnologija
10. Specifičnosti gospodarenja građevinama u građevinskim poduzećima
11. Odnos strategije poduzeća i strategije gospodarenja građevinama
12. Veza organizacijske kulture, mjesta rada i gospodarenja
13. Sigurnost na radom mjestu
14. Održivi razvoj i gospodarenje građevinama
15. Novi trendovi i izazovi u gospodarenju građevinama

- Vježbe:

1. Definiranje projektnih zadataka
2. Opis elemenata za izradu studije slučaja (case study)
3. Izrada prijedloga sadržaja programa
4. Analiza postojećih strategija gospodarenja građevinama u svijetu
5. Analiza postojećih strategija gospodarenja građevinama u Hrvatskoj
6. Izbor građevinskog poduzeća za analizu studije slučaja
7. Analiza organizacijske strukture poduzeća
8. Analiza misije, vizije i strategije poduzeća
9. Analiza postojećih nekretnina poduzeća
10. Analiza radnog mjesta zaposlenika
11. Izrada prijedloga strategije gospodarenja građevinama za odabrano građevinsko poduzeće
12. Izrada prijedloga strategije gospodarenja građevinama za odabrano građevinsko poduzeće
13. Izrada liste prioriteta primjenom analitičkog hijerarhijskog pristupa uz "Superdecisions" program
14. Prezentacije i obrane programa
15. Prezentacije i obrane programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje nastave
- izrada projektnog zadatka
- ostvareno min. 20% bodova na svakome kolokviju.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrada projektnog zadatka
- 2 kolokvija: studenti koji iz oba kolokvija ostvare min. 60% bodova oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za pozitivnu ocjenu treba riješiti 60%.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- projektni zadatak (33,3%) i kolokviji (66,7%); ili pisani ispit 100%.

Obvezna literatura:

1. Atkin, B., Brooks, A., "Total Facility Management (5.izd.)", Wiley-Blackwell, Hoboken, 2021.

2. HRN EN ISO 41014:2020 Upravljanje objektima (Facility management) -- Razvoj strategije upravljanja objektima (Facility management).

Preporučena literatura:

1. Levitt, J.D., "Facilities Management: Managing Maintenance for Buildings and Facilities", Momentum Press, New York, 2013.
2. Lowry, D., "The Complete Guide to Facility Management", CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017.
3. Roper, K.O., Payant, R.P., "The Facility Management Handbook (4.izd.)", AMACOM, 2014.

NUMERIČKA MATEMATIKA

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

PERSPEKTIVA

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

VALOVI I TITRANJA

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

2. godina, 3. semestar

Obvezni kolegiji

GRAĐEVINSKI POSLOVNI SUSTAVI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (auditorne: 15, projektantske: 15)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje znanja o osnovama teorije organizacije, te metodama i tehnikama projektiranja organizacije i njihovoj primjeni u poslovnim sustavima u graditeljstvu.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- razumijevanje osnova tehnologije građenja,
- poznavanje osnova građevinske regulative.

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti osnovne pojmove iz teorije organizacije,
- objasniti postupak projektiranja organizacije,
- objasniti karakteristike pojedinih funkcija u građevinskom poslovnom sustavu,
- demonstrirati postupak projektiranja organizacije na primjeru građevinskog poslovnog sustava.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Tipologija poslovnih sustava u graditeljstvu
  2. Osnove organizacije i teorije organizacije
  3. Organizacijska struktura, prikazivanje elemenata organizacijske strukture. Elementi organizacijske strukture građevinskog poslovnog sustava: ljudski resursi, strojevi i oprema
  4. Elementi organizacijske strukture građevinskog poslovnog sustava: materijal, informacije
  5. Poslovne funkcije građevinskog poslovnog sustava: istraživanje i razvoj, upravljanje ljudskim potencijalima
  6. Poslovne funkcije građevinskog poslovnog sustava: nabava, prodaja, marketing
  7. Poslovne funkcije građevinskog poslovnog sustava: upravljanje informacijama, upravljanje znanjem
  8. Poslovne funkcije građevinskog poslovnog sustava: usavršavanje organizacije, upravljanje kvalitetom
  9. Poslovne funkcije građevinskog poduzeća: proizvodna funkcija
  10. Poslovne funkcije građevinskog poslovnog sustava: planiranje
  11. Poslovne funkcije građevinskog poslovnog sustava: financije i računovodstvo,
  12. Čimbenici oblikovanja organizacije. Oblikovanje organizacijske strukture građevinskog poduzeća.

13. Organizacijske promjene. Reinženjering
14. Pravni oblici poduzeća.
15. Oblici suradnje i integracije među poslovnim sustavima u graditeljstvu

- Vježbe
    1. Organizacija nastave i izbor tema seminara
    2. Distribucija literature za seminar te upoznavanje sa BPM alatom
    3. Poslovni sustavi u graditeljstvu
    4. Teorija organizacije
    5. Organizacijska struktura
    6. Elementi organizacijske strukture
    7. Poslovne funkcije građevinskog poslovnog sustava
    8. 1. kolokvij
    9. Izrada shema poslovnog procesa za određene funkcije građevinskog poslovnog sustava
    10. Karakteristike poslovnog procesa za određene funkcije građevinskog poslovnog sustava
    11. Optimizacija poslovnih procesa za određene funkcije građevinskog poslovnog sustava
    12. Oblikovanje organizacije, organizacijske promjene
    13. Oblici suradnje poslovnih sustava
    14. 2. kolokvij
    15. Popravni kolokvij

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje nastave,
- više od 25% na svakom od kolokvija
- izrađen, prihvaćen i usmeno obranjen pisani seminarski rad.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 1. i 2. kolokvij. Studenti koji ostvare 60% i više bodova na kolokvijima oslobođeni su pismenog ispita,
- seminarski rad.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- 40 % 1. kolokvij, 40 % 2. kolokvij, 20 % seminarski rad ili 100 % ispit.

Obvezna literatura:

1. Lj.Martić: Matematičke metode za ekonomske analize II, Narodne novine, Zagreb, 1965.
2. W.Jurecka, H.J.Zimmermann: Operation Research in Bauwesen, Springer Verlag, 1972.
3. N.Limić: Linearno i nelinearno programiranje, Informator, Zagreb, 1978.
4. V.Čerić: Simulacijsko modeliranje, Školska knjiga, Zagreb, 1993.
5. V.Žiljak: Simulacija računalom, Školska knjiga, Zagreb, 1982. 6. H.A.Taha: Operations research, Prentice Hall, 2003.

METODE PLANIRANJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 14, projektantske: 16)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje naprednih teoretskih znanja o planiranju, praćenju i kontroli za građevinske projekte,
- stjecanje naprednih praktičnih znanja o metodama i tehnikama planiranja,
- stjecanje znanja o korištenju računalnih alata za planiranje i praćenje građevinskim projektima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnovnih metoda planiranja za građevinske projekte,
- poznavanja teoretskih znanja iz organizacije građenja, poput: mrežno planiranje, planiranje resursa, organigrami, teorije organizacije, građevinska regulativa, analiza cijena, itd.

Ishodi učenja kolegija:
- objasniti i primijeniti metode planiranja i kontrole projekata,
- izraditi detaljni osnovni vremenski plan aktivnosti,
- izraditi plan resursa i troškova,
- analizirati osnovni plan projekta,
- provesti optimalizaciju korištenja resursa i skraćenje trajanja projekta,
- osmisliti sustav praćenja i kontrole projekta,
- ocijeniti stanje napretka projekta,
- identificirati bitne elemente sustava višeprojektnog planiranja.

Sadržaj kolegija:
- Predavanja:
  1. Uvod u planiranje
  2. Planiranje po razinama upravljanja
  3. Osnovne tehnike mrežnog i linijskog planiranja
  4. Planiranje resursa
  5. Planiranje troškova
  6. Planiranje vremena i troškova zajedno
  7. Praćenje i kontrola projekata
  8. Planiranje projekata poduzeća
  9. Planiranje i BIM
  10. Planiranje s neizvjesnošću
  11. AI i planiranje u graditeljstvu
  12. Kolokvij
  13. Planiranje s neizvjesnošću
  14. Metoda kritičnog lanca
  15. Kolokvij
- Vježbe:
  1. Izrada osnovnog plana, MS Project
  2. Izrada osnovnog plana, MS Project

3. Izrada osnovnog plana, MS Project
4. Planiranje resursa i troškova pomoću MS Project-a
5. Planiranje resursa i troškova pomoću MS Project-a
6. Planiranje resursa i troškova pomoću MS Project-a
7. Praćenje izvršenja projekta i izvještavanje pomoću MS Project-a
8. Praćenje izvršenja projekta i izvještavanje pomoću MS Project-a
9. Planiranje projekata poduzeća
10. Planiranje projekata poduzeća
11. Izrada osnovnog plana pomoću alternativnog programa
12. Izrada osnovnog plana pomoću alternativnog programa
13. Planiranje s neizvjesnošću i Metodom kritičnog lanca uz pomoć računala
14. Planiranje s neizvjesnošću i Metodom kritičnog lanca uz pomoć računala
15. Završni pregled i ocjenjivanje

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa prema planu vježbi,
- Izrada Knjige vježbi prema planu predavanja.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje Knjige vježbi i programa,
- 2 kolokvija: 60% dovoljno za oslobođenje od ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: 50% dovoljno za prolaz,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 20%, kolokviji 60 %, knjiga vježbi 20% ili ispit 100%.

Obvezna literatura:

1. Nahod, M.-M. - Metode planiranja, nastavni materijal, e-learning sustav Merlin 2021/2022.
2. Mubarak S., Construction Project Scheduling and Control Fourth Edition, Wiley, 2019.
3. Radujković i suradnici – Planiranje i kontrola projekata, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2012.
4. Thomas H.R., Ellis R.D. - Construction Site Management and Labor Productivity Improvement, ASCE Press, 2017 5. Vanhoucke M. - Project Management with Dynamic Scheduling, Springer, 2012.

SOCIOLOGIJA ORGANIZACIJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne: 14, konstrukcijske: 1)

Ciljevi kolegija:

- Temeljni cilj nastave je osposobljavane budućih građevinskih inženjera za upravljanje građevinskim organizacijama. Zbog toga predmet Sociologija organizacije pruža uvid u osnovna znanja iz sociologije, socijalne psihologije i teorije organizacije. Dok se drugi kolegiji na Građevinskom fakultetu prvenstveno bave tehnologijom građevinarstva, ovaj predmet treba osposobiti građevinske inženjere da uspješno upravljaju organizacijama, da adekvatno formiraju radne grupe, te da budu u stanju formirati pozitivne međuljudske odnose na radnom mjestu, što u konačnici omogućava značajno povećanje produktivnosti rada.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- temeljna znanja iz područja društvenih znanosti.

Ishodi učenja kolegija:

- temeljna znanja iz socijalne psihologije,
- umijeće upravljanja organizacijom (leadership),
- poznavanje i prepoznavanje organizacijske kulture kao i sposobnost mijenjanja iste,
- sposobnost formiranja odgovarajuće organizacijske strukture.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvodno predavanje, „pravila igre“, prikaz tema
2. Društvene i grupe
3. Grupno ponašanje
4. Organizacijska kultura
5. Nastajanje i održavanje organizacijske kulture
6. Značenje organizacijske kulture; Utjecaj nacionalne kulture na organizacijsku kulturu
7. Primjeri organizacijskih kultura (1)
8. Primjeri organizacijskih kultura (2)
9. Specifičnosti nacionalnih kultura
10. Moć u organizaciji
11. Upravljanje organizacijom
12. Poslovna organizacija u eri globalizacije
13. Razvoj organizacija: nastanak, rast, pad i propast organizacija
14. Upravljanje promjenama u organizaciji
15. Drugi kolokvij

- Vježbe:

1. Društvene organizacije u životinjskom svijetu
2. Pokoravanje autoritetu
3. Socijalna facilitacija
4. Konformizam
5. Suvremeni trendovi u organizacijskom dizajnu
6. Simboli organizacijske kulture
7. Organizacijska kultura Bena i Jerrya
8. Organizacijska kultura Građevinskog fakulteta
9. Uloga i mijenjanje organizacijske kulture
10. Pitanja o poslovnoj etici
11. Poslovna etika u građevinarstvu
12. Tipovi moći

13. Psihosocijalne osobine vođa
14. Tehnologija i organizacija
15. Sociologija organizacije-generalna diskusija

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvovanje na najmanje 10 seminara i predavanja,
- 2 kolokvija: treba ostvariti barem 25 posto bodova.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji,
- diskusije o literaturi na internetu.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- prezentacija literature na seminaru ili na internetu 25%, aktivnost na seminarima i nastavi 10%, 1. kolokvij 15%, 2. kolokvij 50%.

Obvezna literatura:

1. Sikavica, Pere. 2011. Organizacija. Zagreb: Školska knjiga.
2. Janićijević, Nebojša. 2013. Organizacijska kultura i menadžment. Beograd: Čugura print.
3. Handel, Michael J. (ur.). 2003. The Sociology of Organizations, London: Sage Publications.
4. Aronson, Elliot, Timothy D. Wilson, Robin M. Akert. 2005. Socijalna psihologija. Zagreb: Mate
5. Zvonarević, Milan. 1989. Socijalna psihologija. Zagreb: Školska knjiga.
6. Jones, Gareth R. 2004. Organizational Theory, Design and Change. Upper Saddle River, USA: Pearson Education.
7. Antić, Miljenko, Antita Cerić i Maja Lazić, 2010. „Organizational culture of the department of construction management and economics, Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb", Organization, Technology & Management in Construction, Vol. 2:1, str.136-144.
8. Buchanan, David i Andrzej Huczynski.1997. Organizational Behavior: An Introductory Text.
9. Harloww: Pearson Education.
10. Haladin, Stjepan. 1993. Tehnologija i organizacija: uvod u sociologiju rada i organizacije. Zagreb: Društvo za organizaciju građenja Republike Hrvatske.
11. Vecchio, Robert P. 2003. Organizational behavior: core concepts. Mason, Ohio: Thomson/South-Western.
12. Kendall, Dina. 2002. Sociology in Our Times: The Essentials. Belmont, USA: Wadsworth.
13. Miller, D.C. i V.H. Form. 1966. Industrijska sociologija. Zagreb: Panorama

Izborni kolegiji

UPRAVLJANJE LJUDSKIM POTENCIJALIMA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 8, projektantske: 22)

Ciljevi kolegija:

- razumijevanje koncepta i važnosti upravljanja ljudskim potencijalima u poduzećima,
- sposobnost primjene stečenih znanja za razvoj strategije upravljanja ljudskim potencijalima u poduzećima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnova menadžmenta.

Ishodi učenja kolegija:

- primjena metoda za planiranje potreba i strukture zaposlenih,
- primjena selekcijskih metoda za odabir zaposlenika,
  - strateško planiranje razvoja zaposlenika,
  - razumijevanje važnosti komunikacije među sudionicima na projektu,
  - razumijevanje multikulturalnih timova,
  - primjena motivacijskih tehnika.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod u menadžment ljudskih potencijala
2. Razvoj menadžmenta ljudskih potencijala
3. Značenje, sadržaj i funkcije ljudskih potencijala
4. Važnost menadžmenta ljudskih potencijala za uspjeh poduzeća
5. Specifičnosti upravljanja ljudskim potencijalima u građevinskim poduzećima
6. Odnos strategije poduzeća i strategije ljudskih potencijala
7. Tehnike i strategije upravljanja ljudskim potencijalima u građevinskim poduzećima
8. Uloga komunikacija među sudionicima projekta
9. Komunikacijski rizici i uloga povjerenja u građevinskim projektima
10. Planiranje ljudskih resursa u građevinskim poduzećima; Predviđanje potreba
11. Profesionalna selekcija kandidata
12. Građenje timova; Međunarodni projekti i multikulturalni timovi
13. Motivacija i nagrađivanje zaposlenika
14. Sigurnost i zaštita zdravlja zaposlenika; profesionalna etika
15. Novi trendovi i izazovi u upravljanju ljudskim potencijalima u građevinarstvu

- Vježbe:

1. Definiranje projektnih zadataka
2. Opis elemenata za izradu studije slučaja (case study)
3. Izrada prijedloga sadržaja programa
4. Analiza postojećih strategija upravljanja ljudskim potencijalima u građevinskim poduzećima u svijetu
5. Izbor građevinskog poduzeća za analizu studija slučaja
6. Analiza organizacijske strukture poduzeća
7. Izrada prijedloga strategije upravljanja ljudskim potencijalima za odabrano građevinsko poduzeće
8. Izrada prijedloga strategije upravljanja ljudskim potencijalima za odabrano građevinsko poduzeće
9. Primjena metoda i tehnika selekcije kandidata

10. Primjena metoda i tehnika selekcije kandidata
11. Kreiranje prijedloga motivacije i nagrađivanja zaposlenika
12. Pisanje životopisa
13. Situacijski intervjui za zapošljavanje
14. Prezentacije i obrane programa
15. Prezentacije i obrane programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje nastave
- izrada projektnog zadatka
- ostvareno min. 20% bodova na svakome kolokviju.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrada projektnog zadatka
- 2 kolokvija: studenti koji iz oba kolokvija ostvare min. 60% bodova oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za pozitivnu ocjenu treba riješiti 60%.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- projektni zadatak (33,3%) i kolokviji (66,7%); ili pisani ispit 100%.

Obvezna literatura:

1. Bahtijarević-Šiber, F., "Strateški menadžment ljudskih potencijala - suvremeni trendovi i izazovi", Školska knjiga, Zagreb, 2014.
2. Cerić, A., Trust in Construction Projects, Taylor&Frances, Routledge, Oxon, 2016.
3. Dainty, A., Loosemore, M., Lingard, H., "Human Resource Management in Construction Projects", Spon Press, London, 2003.

Preporučena literatura:

1. Dessler, G., "Upravljanje ljudskim potencijalima (12. izd.)", Mate, Zagreb, 2015.
2. Briscoe, D.R. , Schuler, R.S., " International Human Resource Management", 2nd ed. Routledge, London. 2004.
3. Marchington, M., Wilkinson, A., "Human Resource Management at Work", CIPD, Devon, 2008.

TEHNOLOGIJA GRAĐENJA 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 10, konstrukcijske: 14, terenske: 6)

Ciljevi kolegija:

- detaljno upoznavanje s tehnikom i tehnologijom izrade skela raznih namjena, tehnikom i tehnologijom oplata za različite vrste konstrukcija, oplate posebnih namjena i materijala, proizvodnjom, transportom i montažom prefabriciranih elemenata za hale i mostove, dimenzioniranjem sredstava za montažu.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- gradivo iz kolegija Tehnologije građenja visokogradnje i niskogradnje preddiplomskog studija i Tehnologije građenja 1.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati u projektu građevinu i odrediti i dimenzionirati tip i vrstu skele,
- prepoznati u projektu građevinu i odrediti i dimenzionirati tip i vrstu oplate,
- organizirati proizvodnju montažnih elemenata konstrukcije,
- organizirati i dimenzionirati transport montažnih elemenata,
- dimenzionirati sredstva za dizanje i montažu montažne konstrukcije.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod u tehnologiju građenja 2
2. Osnove regulative pri početku gradnje
3. Zemljani i pripremni radovi
4. Betonski i armirački radovi
5. Skele u visokogradnji
6. Oplata i tehnologije oplate
7. Zidarski radovi
8. Montažna gradnja
9. Kolokvij 1
10. Sigurnost na radu
11. Tehnologija montaže
12. Završni radovi – interijer
13. Montaže drvenih i čeličnih konstrukcija
14. Kolokvij 2
15. Popravni kolokvij

- Vježbe:

1. Auditorne Priprema gradnje
2. Auditorne Priprema oplate
3. Terenske
4. Terenske
5. Konstruktivne
6. Konstruktivne
7. Auditorne Uvod u montažu
8. Auditorne Planiranje montaže
9. Terenske
10. Konstruktivne
11. Konstruktivne
12. Auditorne Montažni radovi
13. Konstruktivne
14. Konstruktivne
15. Konstruktivne

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- predaja programa,
- 2 kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokviji: više od 60% bodova donosi oslobođenje od pisanog dijela ispita,

- program.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: treba riješiti više od 60%.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 30%, kolokviji ili ispit 70%.

Obvezna literatura:

1. Separati i predavanja
2. Web stranica za nastavu //og.grad.hr
3. Mlinarić, V.: Tehnologija građenja, TVZ, Zagreb, 2017
4. Gojković : skele i oplate
5. Montažno građenje
6. Kayser - Technologie der industriellen Betonproduktion
7. Zakon o gradnji i prateći zakoni i regule

INVESTICIJSKA POLITIKA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 6, računalne: 24)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o strategiji razvoja poduzeća, politici investiranja i vrstama investicija,
- izrada investicijskog programa.

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti temelje investiranja u poduzeću i vrste investicija,
- analizirati investitora i investiciju,
- analizirati tržište i izraditi tehničko-tehnološku analizu,
- izraditi glavne financijske izvještaje, ekonomski i financijski tok projekta,
- provjeriti isplativost projekta,
- provesti analizu osjetljivosti projekta.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. OSNOVE INVESTICIJSKOG PLANIRANJA - Uvod u Investicijske studije
2. Sistematizacija i vrste investicija – Joint venture, koncesije (BOT)
3. Strana ulaganja u RH
4. Strategija razvoja poduzeća i investicije; T1. Analiza investitora i analiza investicije
5. PLANIRANJE INVESTCIJSKOG PROJEKTA T2. Analiza okruženja/lokacije
6. T3. Analiza tržišta – istraživanje prodajnog tržišta, analiza tržišta nabave, analiza konkurencije
7. T4. Tehničko tehnološka analiza projekta - tehnički aspekti za izradu investicijskog programa / zaštita okoliša
8. T5. Ekonomsko-financijska analiza

9. T5. Ekonomsko-financijska analiza
10. OCJENA INVESTICIJSKOG PROJEKTA T6. Ocjena projekta - statična / dinamička
11. T7. Analiza osjetljivosti
12. T8. Analiza vjerojatnosti i analiza rizika
13. Zaključna ocjena o Investiciji
14. Prezentacija programa
15. Prezentacija programa

- Vježbe:

1. Prikaz Investicijskih studija / Struktura sadržaja Investicijskih studija
2. Sistematizacija i vrste investicija – Joint venture, koncesije (BOT) - primjer 187
3. Strana ulaganja u RH – primjer
4. T1. Analiza investitora i analiza investicije
5. T2. Analiza okruženja/lokacije
6. T3. Analiza tržišta – analiza prodaje, nabave, analiza konkurencije
7. T4. Tehničko tehnološka analiza projekta
8. 1.kolokvij
9. T5. Ekonomsko-financijska analiza
10. T6. Ocjena projekta - statična / dinamička
11. T7. Analiza osjetljivosti
12. T8. Analiza vjerojatnosti i analiza rizika
13. Zaključna ocjena o Investiciji
14. 2. kolokvij
15. Prezentacija programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- biti nazočan na najmanje 75% predavanja i na najmanje 75% vježbi,
- 2 kolokvija: ostvariti najmanje 25% bodova na svakom kolokviju,
- napisati i uspješno prezentirati investicijski program.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- uspješno napisan i prezentiran investicijski program,
- kolokvija: studenti koji na svakom kolokviju dobiju najmanje ocjenu 3 oslobađaju se pisanog dijela ispita, studenti koji na svakom kolokviju dobiju ocjene 4 ili 5 oslobađaju se ispita u cijelosti.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokviji 70%, investicijski program 30%.

Obvezna literatura:

1. HBOR, I-V.
2. Udžbenik: Prof.dr.sc. Mariza Katavić, Osnove ekonomike za graditelje, Zagreb 2009.
3. separati predavanja – na Merlinu

2. godina, 4. semestar

Obvezni kolegiji

POSLOVNE STRATEGIJE GRAĐEVINSKIH PODUZEĆA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45

Ciljevi kolegija:

- upoznati studente s pojmom strategije, prikazati poslovno okruženje i faktore koji utječu na poslovanje građevinskih poduzeća, analizirati poslovnu etiku u građevinarstvu, analizirati okruženje u kojem građevinska poduzeća djeluju te upoznati studente s vrstama strategija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poželjno poznavanje osnova ekonomije u okviru kolegija Poslovna ekonomija (izborni predmet na prvoj godini preddiplomskog studija).

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti pojam poslovne strategije poduzeća, proces formuliranja strategije te definirati razine strategije,
- formulirati misiju, viziju i ciljeve poduzeća,
- opisati poslovno okruženje i faktore koji utječu na poslovanje građevinskih poduzeća,
- izraditi SWOT analizu i Stakeholder analizu,
- formulirati poslovnu strategiju poduzeća – korporacijsku, generičku, funkcijsku, te marketinšku strategiju.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:

1. Uvodna razmatranja
2. Definicija strategije
3. Misija, vizija i ciljevi poduzeća
4. Poslovno okruženje građevinskih poduzeća
5. Faktori djelovanja na poslovanje građevinskih poduzeća
6. Analiza okoline građevinskih poduzeća
7. Društveno odgovorno poslovanje građevinskih poduzeća
8. 1. kolokvij 2. Formuliranje strategije građevinskih poduzeća
9. Korporacijska strategija i portfolio analiza
10. Generičke/poslovne strategije
11. Funkcijske strategije
12. Marketinška strategije
13. Strategije izlaska na strana tržišta građevinskih poduzeća
14. Implementacija i kontrola strategije
15. 2. kolokvij

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- biti nazočan na najmanje 75% predavanja,
- 3 kolokvija: ostvariti najmanje 25% bodova na svakom kolokviju,
- napisati i uspješno prezentirati poslovnu strategiju poduzeća.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- uspješno napisana i prezentirana poslovna strategija poduzeća,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju dobiju najmanje ocjenu 3 oslobađaju se pisanog dijela ispita, studenti koji na svakom kolokviju dobiju ocjene 4 ili 5 oslobađaju se ispita u cijelosti.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokviji 75%, prezentacija 25%.

Obvezna literatura:

1. Osnove ekonomike za graditelje, Mariza Katavić, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2009.
2. Strateški menadžment, Marijan Cingula, Darko Tipurić, Marin Buble, Marčelo Dujanić, Želimir Dulčić, Marli Gonan Božac, Lovorka Galetić, Franjo Ljubić, Sanja Pfeifer, Sinergija, Zagreb, 2005.
3. predavanja (materijali na Merlinu)M. Katavić: *Osnove ekonomike za graditelje*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2009.
4. Predavanja (materijali na Merlinu).

Preporučena literatura:

1. Iluzija strategije, Darko Tipurić, Sinergija, Zagreb, 2014.
2. Menadžment, H.Weihrich, H.Koontz, (deseto izdanje) MATE d.o.o. Zagreb 1998.
3. Management for the Construction Industry, Stephen Lavender, Longman and The Chartered Institute of Building, Eseex, England 1996.H.

STRUČNA PRAKSA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- vježbe: 60 (auditorne: 6, terenske: 54)

Ciljevi kolegija:

- upoznati studente s gradilištem, upravljanjem gradilištem, organizacijom radova, tehnološkim procesima na gradilištu, planiranjem procesa građenja, nabavom materijala.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- savladano znanje iz organizacije građenja.

Ishodi učenja kolegija:

- snalaženje na gradilištu u pogledu organizacije radova,
- snalaženje na gradilištu u pogledu nabave materijala,
- snalaženje na gradilištu u pogledu planiranja izvođenja radova,
- snalaženje na gradilištu u pogledu suradnje s djelatnicima.

Sadržaj kolegija:

- studenti borave 6 tjedana po 7 sati (ukupno više od 54 školska sata) na odabranom gradilištu i promatraju procese, događaje, tehnologiju, tehniku, organizaciju rada i sustav upravljanja na gradilištu.

- Vježbe:

1. Plan i program izvođenja nastave, Upoznavanje s kolegijem
2. Plan i program izvođenja nastave, Sigurnost na radu, Aktivnosti na gradilištu
3. Upoznavanje s vođenjem dokumentacije na gradilištu, Aktivnosti na gradilištu
4. Upoznavanje s obvezama i aktivnostima koje obavlja vodstvo gradilišta, Aktivnosti na gradilištu
5. Upoznavanje s aktivnostima i obvezama nadzornog inženjera, Aktivnosti na gradilištu
6. Upoznavanje s organizacijom i provedbom radova na gradilištu, Aktivnosti na gradilištu
7. Upoznavanje s metodama upravljanja i vođenja na gradilištu, Aktivnosti na gradilištu
8. Praćenje napredovanja radova na gradilištu uz dokumentiranje, Aktivnosti na gradilištu
9. Praćenje napredovanja radova na gradilištu uz dokumentiranje, Aktivnosti na gradilištu
10. Praćenje napredovanja radova na gradilištu uz dokumentiranje, Aktivnosti na gradilištu
11. Praćenje napredovanja radova na gradilištu uz dokumentiranje, Aktivnosti na gradilištu
12. Praćenje napredovanja radova na gradilištu uz dokumentiranje, Aktivnosti na gradilištu
13. Analiza radova koji se provode, Aktivnosti na gradilištu
14. Izvještavanje o provedenim radovima, Aktivnosti na gradilištu
15. Završni pregled i prezentacije izvješća

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- Izrada seminarskog rada s javnom prezentacijom odabranog gradilišta.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- tjedni izvještaj o stručnoj praksi

Obvezna literatura:

1. PRAVILNIK o uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika i građevinske knjige
2. Obavezna i ostala dokumentacija gradilišta prema aktualnoj regulativi u Republici Hrvatskoj; L. Plavšić, 2016

Izborni kolegiji

PRAĆENJE I KONTROLA GRADNJE

Vidjeti izborne kolegije 2. semestra smjera Organizacija građenja.

GOSPODARENJE GRAĐEVINAMA

Vidjeti izborne kolegije 2. semestra smjera Organizacija građenja.

ZAŠTITA NA RADU U GRAĐEVINARSTVU

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne: 5, projektantske: 10)

Ciljevi kolegija:

- Stjecanje teoretskih i praktičnih znanja o zaštiti na radu u građevinarstvu.
- Osposobiti studenta za planiranje i provođenje mjera zaštite na radu te za nadziranje da li se radovi izvršavaju na siguran način.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- Znanja iz područja tehnologije i organizacije građenja stečena na preddiplomskom studiju građevinarstva.

Ishodi učenja kolegija:

- Poznavati regulativu i normative zaštite na radu u građevinarstvu.
- Objasniti značaj zaštite na radu.
- Izraditi plan izvođenja radova na siguran način.
- Primijeniti metode zaštite na radu u građevinarstvu i provoditi nadzor nad provođenjem.
- Izračunati troškove provođenja mjera zaštite na radu na gradilištu.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvodno predavanje, osnove zaštite na radu
2. Regulativa zaštite na radu
3. Uloga koordinatora zaštite na radu i stručnjaka za zaštitu na radu
4. Zaštita na radu u fazi projektiranja
5. Opasnosti za život i zdravlje radnika u građevinarstvu
6. Identifikacija i kvantifikacija opasnosti
7. 7. 1. kolokvij
8. Mjere zaštite na radu u građevinarstvu
9. Planiranje i provođenje mjera zaštite na radu. Plan izvođenja radova
10. Troškovni aspekti zaštite na radu
11. Zaštita na radu u proizvodnim pogonima
12. Zaštita na radu u fazi eksploatacije objekta
13. Napredne tehnologije u zaštiti na radu [2]
14. 2. kolokvij [2]
15. Popravni kolokvij [2]

- Vježbe:

1. Identifikacija opasnosti u građevinarstvu

2. Kvantifikacija opasnosti
3. Identifikacija i kvantifikacija opasnosti u građevinarstvu
4. Identifikacija i kvantifikacija opasnosti u građevinarstvu
5. Identifikacija i kvantifikacija opasnosti u građevinarstvu
6. Identifikacija i kvantifikacija opasnosti u građevinarstvu
7. Mjere zaštite na radu
8. Mjere zaštite na radu
9. Mjere zaštite na radu
10. Plan izvođenja radova
11. Izrada plana izvođenja radova
12. Izrada plana izvođenja radova
13. Troškovni i vremenski aspekti zaštite na radu
14. Izrada plana izvođenja radova
15. Izrada plana izvođenja radova

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- više od 75% pohađanja predavanja, 100% pohađanja vježbi,
- više od 25% na svakom od kolokvija.
- predan i obranjen program

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- 1. i 2. kolokvij. Studenti koji ostvare 60% i više bodova na kolokvijima oslobođeni su pismenog ispita

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- 50% 1. kolokvij, 50% drugi kolokvij ili 100% ispit.

Obvezna literatura:

1. 1 Predavanja iz kolegija
2. Zou, P.X.W. and R.Y. Sunindijo, Strategic Safety Management in Construction and Engineering. 2015: John Wiley & Sons, Ltd. 253.
3. Holt, A.S.J., Principles of construction safety. 2001, Oxford, UK: Blackwell Publishing. 290

TEHNOLOGIJE OBNOVE I OJAČANJA ZGRADA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 12, računalne: 6, konstrukcijske: 12)

Ciljevi kolegija:

- Cilj kolegija je pružiti studentima znanja o regulatornoj osnovi obnove i ojačanja zgrada, tehnologijama gradnje kroz povijest, uzrocima propadanja zgrada, te primjenjivosti tehnologija obnove i ojačanja zgrada. Konačno studenti će biti upoznati i s utjecajem prirodnih katastrofa i klimatskih promjena na zgrade u urbanim sredinama.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- Osnove poznavanja tehnologija građenja, te drvenih, betonskih i zidanih konstrukcija
- Osnove poznavanja organizacije građenja.

Ishodi učenja kolegija:

- Samostalno prikupiti osnovne informacije o građevinama.
- Sagledati, analizirati i identificirati nedostatke analiziranih građevina.
- Sagledati i predložiti moguće postupke obnove i ojačanja građevina.
- U zadanim okvirima kreativno razmišljati i uz naučene metodologije pronalaziti kreativna rješenja za ojačanje i obnovu zgrada.
- Planirati, kontrolirati i razumijevati projekte obnove i ojačanja zgrada.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Zakonski okviri gradnje, obnove i ojačanja zgrada
  2. Utjecaj klimatskih promjena na zgrade i zaštita od prirodnih katastrofa
  3. Procjene rizičnosti zgrada i odabir prioriteta zaštite, obnove i ojačanja u urbanoj okolini
  4. Smjernice i ciljevi obnove i ojačanja
  5. Digitalizacija urbane okoline
  6. Analize digitalne okoline
  7. Analiza stanja postojećih zgrada
  8. Osnove radova za stabilizaciju i ojačanje zgrada
  9. Tehnologije primjenjive za stabilizaciju zgrada
  10. Tehnologije primjenjive za obnovu zgrada
  11. Planiranje radova na postojećim zgradama
  12. Izvedba radova obnove zgrada 1
  13. Izvedba radova obnove zgrada 2
  14. Ekonomičnost i učinkovitost zahvata na zgradama
  15. Kolokvij
- Vježbe:
  1. Auditorne Digitalizacija zgrada
  2. Konstrukcijske
  3. Auditorne Obrada digitaliziranog okruženja
  4. Na računalima
  5. Na računalima
  6. Auditorne Analiza digitalnog okruženja
  7. Na računalima
  8. Auditorne Planiranje stabilizacije i ojačanja
  9. Konstrukcijske
  10. Konstrukcijske
  11. Auditorne Analize ekonomičnosti 185
  12. Konstrukcijske
  13. Auditorne Planiranje izvedbe zahvata na zgradama
  14. Konstrukcijske
  15. Konstrukcijske

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- Pohađanje nastave
- Cjelovita predaja programa
- Najmanje 25% bodova nakolokviju

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- Rad studenta se vrednuje kroz samostalnu izradu programa tijekom semetra, te kroz kolokvij.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- Na ocjenu utječe kolokvij sa 70% ocjene, te ocjena programa sa 30%

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- Ako student polaže kolegij putem ispita na konačnu ocjenu utječe ispit sa 70% ocjene, te ocjena programa sa 40%
- Ako je student ostvario uvjete za ocjenu putem kolokvija, na konačnu ocjenu kolegija utječe ocjena kolokvija sa 70% ocjene, te ocjena programa sa 30%

Obvezna literatura:

1. Typische Baukonstrukktionen von 186 bis 1960, R. Ahnert, K.H. Krause
2. Earthquake-Resistant Design of Masonry Buildings, M. Tomaževič
3. Building Maintenace & Preservation, E.D. Millis
4. Structural Renovation of Buildings, A. Newman
5. Potresno inženjerstvo - Obnova zidanih zgrada, M. Uroš; M. Todorić; M. Crnogorac; J. Atalić; M. Šavor Novak; S. Lakušić

Smjer PROMETNICE

1. godina, 1. semestar

Obvezni kolegiji

PROMETNA BUKA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (konstrukcijske): 15

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o nastanku, širenju i štetnom utjecaju buke od prometovanja cestovnih i prisilno vođenih vozila,
- pregled mjera zaštite od prometne buke u cilju poboljšanja kvalitete života i rada ljudi u sredinama izloženim povećanim razinama buke od prometa,
- stjecanje osnovnih znanja o izradi karata buke.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnova projektiranja cesta.

Ishodi učenja kolegija:
- opisati djelovanje buke od prometa na čovjeka te postupke i mjere zaštite od buke,
- razumjeti mehanizam nastanka buke od prometa i način djelovanje zaštite,
- analizirati razine buke od prometa primjenjujući hrvatsku i europsku regulativu,
- koristiti software specijalizirane za izradu karata buke Lima za analizu razina buke i optimizaciju barijera gdje se razmatra kao mjera zaštite barijera,
- kritički procjenjivati pretpostavke, argumente i rješenja zaštite od buke,
- rješavati jednostavnije probleme zaštite od prometne buke primjenom barijera za zaštitu od buke,
- pratiti stručnu literaturu i prezentirati stručne teme iz područja zaštite od prometne buke te primjenjivati stečena znanja u daljnjem usavršavanju.

Sadržaj kolegija:
- Predavanja:

1. Uvod – Buka okoliša, Povijesni razvoj. Osnovni fizikalni pojmovi o zvuku
2. Osnovni fizikalni pojmovi o zvuku, Izvori zvuka, Djelovanje buke na čovjeka
3. Europska Direktiva o buci okoliša
4. Regulativa u RH
5. Izrada karata buke
6. Buka cestovnog prometa – utjecajni parametri. Metode proračuna
7. Metode proračuna
8. 1. KOLOKVIJ

9. Praktični primjeri
10. Mjerenje buke. Mjere za smanjenje buke cestovnog prometa na izvoru
11. Mjere za smanjenje buke cestovnog prometa na izvoru
12. Barijere za zaštitu od buke
13. Ostale mjere zaštite
14. 2. KOLOKVIJ
15. Praktični primjeri

- Vježbe (Konstruktivne):

1. Priprema podloge. Unos podataka u LIMA softver [2]
2. Zadavanje atributa objekata [4]
3. Proračuni razina buke [2]
4. Zaštita od buke [4]
5. Prikaz rezultata proračuna [2]
6. Predaja programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- nazočnost na najmanje 75% predavanja i na 100% vježbi,
- izrada programa u roku.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena programa,
- dva kolokvija: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 20%, kolokviji ili pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 40%.

Popis literature:

1. Dragčević, V., Ahac, S.; Prometna buka – predavanja, Zagreb, 2022., http://merlin.srce.hr
2. Ahac, S., Džambas T., Pintar, Ž.: Prometna buka - skripta za vježbe, Zagreb, 2018., http://merlin.srce.hr
3. Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, Hrvatske ceste i Hrvatske autoceste, Zagreb, 2001.
4. Uputstva za korištenje softverskog paketa LIMA™ Environmental Noise Calculation and Mapping Software,Version 5.1, Denmark, 2006.
5. Benz Kotzen, Colin Englih, Environmental noise Barriers, London, 1999.

PROMETNA TEHNIKA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (konstrukcijske: 24, terenske: 6)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje znanja iz područja teorije prometnih tokova,

- stjecanje praktičnih znanja iz primjene teorije prometnih tokova u postupcima izračuna propusne moći i razina uslužnosti za različite vrste prometnih građevina.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- temeljne voznodinamičke postavke relevantne za određivanje horizontalnih, vertikalnih i poprečnih elemenata prometnica.

Ishodi učenja kolegija:

- analizirati odvijanja prometa na različitim vrstama cesta rabeći suvremene metode i kriterije,
- dizajnirati različitih elemenata cestovne mreže,
- koristiti osnovne principe razvoja cestovnog prometnog sustava,
- vrednovati postojećih podataka o cestama i cestovnom prometu i njihova primjena,
- izraditi koncepta odvijanja cestovnog prometa,
- osmisliti organizaciju, vođenje nadzora i kontrole prometa,
- osmisliti upravljanja prometnim tokovima na cestovnoj mreži.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod u teoriju prometnog toka: promet, sustav, mreža, prometna tehnika
  2. Kategorizacija cestovne infrastrukture u društvenogospodarskom, prometnom i građevinskom smislu, brojanje prometa
  3. Osnovne varijable prometnog toka: protok, brzina i gustoća
  4. Značajke prometnog toka: složenost, vrsta, sastav
  5. Značajke prometnog toka: prostorna i vremenska distribucija
  6. Makroskopski modeli prometnog toka
  7. Deskriptivne varijable toka, Mikroskopski modeli prometnog toka
  8. Kvalitativni i kvantitativni odnosi osnovnih varijabli toka, Propusna moć i razine usluge
  9. Propusna moć višetračnih cesta
  10. Propusna moć autocesta
  11. Kategorizacija željezničke infrastrukture i vozila u društvenogospodarskom, prometnom i građevinskom smislu
  12. Utjecajni čimbenici brzine vožnje
  13. Kočenje vozila i ograničenje brzine na padu
  14. Vremena slijeda vozila, grafovi prometa i propusna moć pruge
  15. Prijevozna moć pruge
- Vježbe (konstrukcijske, terenske):
  1. Pregled terena, definiranje elemenata mreže
  2. Pregled terena, definiranje trajektorija
  3. Brojanje prometa na mreži i snimanje rada svjetlosne signalizacije
  4. Obrada podataka o prometnom opterećenju
  5. Izrada nacrta prostorne distribucije tokova
  6. Izrada plana rada svjetlosne signalizacije
  7. Izrada dijagrama kretanja vozila mrežom
  8. Određivanje razine usluge dionice mreže
  9. Određivanje razine usluge dvotračne dvosmjerne ceste
  10. Određivanje razine usluge dvokolničke ceste
  11. Proračun otpora i mjerodavnih nagiba
  12. Određivanje karakteristika vozila na mjerodavnom usponu

13. Ograničenje brzine na mjerodavnom padu
14. Proračun vremena slijeda i prijevozne sposobnosti
15. Obrana i predaja programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje najmanje 75% predavanja i 100% vježbi,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrada programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjenjivanje programa,
- pismeni ispit,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 30%, pismeni ispit 35%, usmeni ispit 35%.

Popis literature:

1. Ahac, M.: Prometna tehnika - Predavanja, Zagreb, 2017., http://merlin.srce.hr
2. Drugi sadržaji http://merlin.srce.hr
3. Highway Capacity Manual, TRB, Washington, D.C., 2000.
4. Uputa 52 o tehničkim normativima i podatcima za izradu i provedbu voznoga reda, Službeni vjesnik HŽ-a br. 5/06., Zagreb 2006.

PLANIRANJE I PROJEKTIRANJE CESTA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 1, konstrukcijske: 29)

Ciljevi kolegija:

- usvajanje teorijskih znanja o postupcima planiranja i projektiranja cesta,
- usvajanje praktičnih znanja o postupcima planiranja i projektiranja cesta.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje rada na računalnim programima za tehničko crtanje.

Ishodi učenja kolegija:

- planirati i rangirati ceste prema položaju u cestovnoj mreži, društvenom i gospodarskom značenju, vrsti i veličini prometa te zadaći povezivanja,
- procijeniti stupanj ograničenja terena kojim treba proći ili prolazi cesta te identificirati konfliktne zone ceste s okolišem i drugim zahvatima u prostoru,
- kreirati projekt ceste (tlocrtne elemente te elemente uzdužnog i poprečnog presjeka) prema važećoj regulativi.
- kreirati projekt ceste vodeći računa o sigurnosti u odvijanju prometa (zaustavna i pretjecajna preglednost, mjerodavna brzina),
- kreirati projekt ceste pomoću računalnog programa specijaliziranog za projektiranje cesta,
- kombinirati i valorizirati varijantna rješenja ceste sukladno s prostornim ograničenjima.
- analizirati i kritički prosuđivati literaturu i regulativu iz područja projektiranja cesta

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:
  1. Uvodno o kolegiju. Javne ceste
  2. Prostorno planiranje javnih cesta
  3. Geodetske podloge - digitalni modeli reljefa i terena
  4. Računalni programi za projektiranje cesta
  5. Projektantska pravila
  6. Osnovne značajke kretanja vozila
  7. Projektiranje cesta - horizontalno vođenje trase
  8. Projektiranje cesta - vertikalno vođenje trase
  9. Projektiranje cesta - prostorno vođenje trase
  10. Poprečni presjek ceste
  11. Prometni i slobodni profil
  12. Zaustavna (horizontalna, vertikalna, pretjecajna) preglednost
  13. Vizualizacija projekata. Vrste projekata za ceste
- Vježbe (auditorne, konstrukcijske):
  1. Uvodno o projektu, podjela programa te upoznavanje sa računalnim programom za izradu projekta (osnovne naredbe)
  2. Rad u računalnom programu za izradu projekta ceste (osnovne naredbe). Izrada digitalnog modela terena
  3. Nulta linija. Situacija
  4. Situacija
  5. Uzdužni profil
  6. Uzdužni profil. Računska brzina
  7. Računska brzina. Odabir varijante ceste
  8. Normalni poprečni profili. Proširenje kolnika
  9. Vitoperenje kolnika. Pokosi usjeka i nasipa
  10. Kolnička konstrukcija. Karakteristični poprečni profili
  11. Ispitivanje preglednosti
  12. Vizualizacija modela ceste
  13. Izrada nacrta
  14. Izrada nacrta, predaja programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- predan program.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 50%, pisani i usmeni dio ispita 50%.

Popis literature:

1. Stančerić, I., Bezina, Š.: Projektiranje cesta. Web skripta - http://merlin.srce.hr. Zagreb, 2022.
2. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110, prosinac 2001)
1. Stančerić, I.: Projektiranje cesta - skripta za vježbe. Web skripta - http://merlin.srce.hr , Zagreb, 2019.
2. Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, Hrvatske ceste i Hrvatske autoceste, Zagreb, 2001. god.
3. Lorenc, H.: Projektovanje i trasiranje puteva i autoputeva, IRO građevinska knjiga, Beograd,

1980.
5. Kühn, W.: Fundamentals of Road Design. WIT Press 2013.
6. Dragčević, V., Korlaet, Ž.: Osnove projektiranja cesta, Zagreb, 2003.
7. Richter, T. Planung von Autobahnen und Landstraßen, Springer, 2016.

PROJEKTIRANJE I GRAĐENJE ŽELJEZNICA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (projektantske: 1, konstrukcijske: 29): 30

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teoretskih znanja o proračunu vuče,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o projektiranju željezničke pruge,
- stjecanje praktičnih znanja o fazama izrade projekta,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o vrednovanju varijantnih rješenja,
- stjecanje praktičnih znanja o projektiranju drugog kolosijeka.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnova trasiranja prometnica,
- poznavanje poprečnih i slobodnih profila željezničke pruge,
- poznavanje osnova donjeg ustroja prometnica.

Ishodi učenja kolegija:
- objasniti proračun otpora kolosijeka i vozila,
- objasniti proračun mase vlaka, vučne sile lokomotive te sile kočenja,
- objasniti konstruktivne elemente pruge,
- objasniti primjenu računalnih programa za projektiranje željezničke pruge,
- objasniti vrednovanje varijantnih rješenja,
- objasniti proračun kapaciteta pruge,
- objasniti problematiku izgradnje drugog kolosijeka uz postojeću prugu.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Opće karakteristike željeznica: uloga željeznice u prometnom sustavu, vrednovanje željezničkih pruga
  2. Trasiranje pruga: elementi trasiranja, načini vođenja trase, poznatiji računalni programi za projektiranje
  3. Trasiranje pruga: oblik i položaj kolodvora, uporaba objekata, faze izrade projekta
  4. Konstruktivni elementi pruge: primjena i značaj krivina, prijelazne krivine, skretni kutevi, međupravci
  5. Konstruktivni elementi pruge: nadvišenje i prijelazne rampe, ovisnost brzine o polumjeru krivine
  6. Konstruktivni elementi pruge:nagibi nivelete, prijelom nivelete, niveleta u kolodvoru
  7. Konstruktivni elementi pruge:slobodni profil pruge, razmak kolosijeka, ravnik pruge

8. Osnove proračuna vuče vlakova: sile koje djeluju na vlak
9. Osnove proračuna vuče vlakova: osnovni i naknadni otpori kretanju vlaka
10. Pružne građevine: građenje u pružnom pojasu, križanja željezničke pruge i drugih prometnica
11. Zaštita pruge i okoline
12. Vrednovanje varijantnih rješenja: metode vrednovanja, parametri analize
13. Rekonstrukcija jednokolosiječnih pruga: temeljne odrednice, izbor parametara trase
14. Projektiranje drugog kolosijeka: načini izgradnje, položaj u odnosu na objekte
15. Pruge za velike brzine: specifičnosti, elementi trase

- Vježbe (projektantske, konstrukcijske):
  1. Priprema projekta u Bentley Power Rail Track-u (BPRT-u): postavljanje početnih postavki programa, rad s grafičkim modelima. Kreiranje digitalnog modela terena: stvaranje novog modela, unos podataka o terenu u model, triangulacija modela, spremanje, otvaranje i prikazivanje modela i projekta
  2. Kreiranje digitalnog modela terena: prikaz slojnica, učitavanje raster karata područja Situacija: proračun elemenata kolodvora, proračun koraka i izrada nultih poligona
  3. Situacija: kontrola nultih poligona, proračun elemenata trase i kolodvora, stvaranje novog projekta geometrije, stvaranje novog pod-projekta horizontalne geometrije, stvaranje horizontalnih elemenata trase, postavljanje tangentnog poligona horizontalne osi, spremanje, otvaranje i prikazivanje modela horizontalne geometrije
  4. Situacija: uređivanje tangentnog poligona horizontalne osi, određivanje parametara horizontalnih krivina
  5. Situacija: uređivanje tangentnog poligona horizontalne osi, definiranje horizontalnih krivina i međupravaca
  6. Situacija: definiranje stacionaža, prikaz elemenata horizontalne geometrije
  7. Uzdužni profil: stvaranje novog podprojekta vertikalne geometrije, stvaranje uzdužnog profila terena, postavljanje tangentnog poligona vertikalne osi, definiranje karakterističnih točaka osi trase – početaka i krajeva kolodvorskih platoa, spremanje, otvaranje i prikazivanje modela vertikalne geometrije
  8. Uzdužni profil: ograničenja pri postavljanju nivelete pruge, uređivanje tangentnog poligona vertikalne osi
  9. Uzdužni profil: uređivanje tangentnog poligona vertikalne osi, određivanje vertikalnih krivina
  10. Uzdužni profil: definiranje karakterističnih točaka osi trase – objekata i prijelaza
  11. Situacija kolodvora: određivanje međupravaca i razmaka kolosijeka, proračun skretničke lire
  12. Situacija kolodvora: kreiranje i polaganje skretnica na horizontalnu geometriju [2]
  13. Situacija kolodvora: zadavanje međnika, ispis karakterističnih točaka
  14. Kreiranje izvješća o projektu: nacrti i tehnički opis. Obrana programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrada programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjenjivanje programa,
- pismeni ispit,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 30%, pismeni ispit 35%, usmeni ispit 35%.

Popis literature:

1. Lakušić, S., Ahac, M.: Projektiranje i građenje željeznica – predavanja, Zagreb, 2021., http://merlin.srce.hr
2. Lakušić, S., Ahac, M., Haladin, I.: Projektiranje i građenje željeznica - priručnik za vježbe, Zagreb, 2017., http://merlin.srce.hr
3. Marušić, D.: Projektiranje i građenje željezničkih pruga, Građevinski fakultet Split, Split, 1994.
4. Drugi sadržaji na http://merlin.srce.hr

Izborni kolegiji

MATEMATIKA 3.

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

STOHASTIČKI PROCESI

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

1. godina, 2. semestar

Obvezni kolegiji

MENADŽMENT U GRAĐEVINARSTVU

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o temeljnim principima menadžmenta, upravljanju projektima i poslovnom odlučivanju.
- upoznavanje s pojmom poduzeća, rezultatima poslovanja te poslovnom okruženju poduzeća i faktorima utjecaja na poslovanje poduzeća.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poželjno poznavanje osnova ekonomije u okviru kolegija Poslovna ekonomija (izborni predmet na prvoj godini preddiplomskog studija).

Ishodi učenja kolegija:

- objasniti temeljne principe menadžmenta, te razvoj i funkcije menadžmenta,
- opisati menadžment kao proces u okviru planiranja, organiziranja, motiviranja i kontrole,
- objasniti stilove i metode poslovnog odlučivanja,
- definirati vrste poduzeća, ograničenja i načela poslovanja poduzeća te samo poslovanje poduzeća kroz proces reprodukcije i poslovnih sredstava,
- razlikovati troškove poslovanja, cijene i kalkulacije,
- interpretirati pokazatelje rezultata poslovanja,
- analizirati poslovno okruženje poduzeća i faktore koji utječu na poslovanje poduzeća.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:

1. Uvod
2. 1. Temeljni principi menadžmenta i Funkcije menadžmenta
3. Razvoj menadžmenta i Škole menadžmenta
4. 2. Menadžment kao proces – planiranje, organiziranje, motiviranje i kontrola
5. 1. KOLOKVIJ 3. Poduzeće – uvod
6. Poduzeće – pojam, vrste
7. Poduzeće - proces reprodukcije, poslovna sredstva poduzeća
8. 4. Troškovi, cijene i kalkulacije
9. 5. Rezultati poslovanja – financijska izvješća, pokazatelji uspjeha
10. 2. KOLOKVIJ 6. Poslovno odlučivanje – metode i stilovi
11. Poslovno odlučivanje – komunikacija
12. 7. Poslovno okruženje građevinskih poduzeća
13. 8. Faktori poslovanja

14. Faktori poslovanja građevinskih poduzeća
15. 3. KOLOKVIJ

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- više od 75% pohađanja predavanja,
- 3 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25% bodova,
- napisati seminarski rad,
- koristiti Merlin.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- uspješno napisan seminarski rad,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju dobiju najmanje ocjenu 3 oslobađaju se pisanog dijela ispita, studenti koji na svakom kolokviju dobiju ocjene 4 ili 5 oslobađaju se ispita u cijelosti.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokviji 75%, seminarski rad 15%, Merlin 10%.

Popis literature:

1. Katavić, M.: Osnove ekonomike za graditelje, Hrvatska sveučilišna naknada, Zagreb, 2009.
2. Sikavica, P., Bahtijarević-Šiber, F., Pološki vokić, N.: Temelji menadžmenta, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
3. Sherratt, F., Farell, P.: Introduction to Construction Management, Routledge, NY; 2015.
4. materijali na Merlinu.

KOLNIČKE KONSTRUKCIJE

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 1, konstrukcijske: 29)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje osnovnih znanja o građevnim proizvodima koji se koriste pri građenju kolničkih konstrukcija, njihovim svojstvima kao i ponašanju slojeva u koje su ugrađeni te kolničke konstrukcije u cjelini,
- usvajanje znanja o projektiranju i građenju savitljivih kolničkih konstrukcija,
- usvajanje osnovnih znanja o betonskim kolničkim konstrukcijama.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- posjedovanje osnovnih znanja iz područja geomehanike,
- osnovna znanja o građevnim proizvodima,
- razumijevanje pojmova naprezanja i deformacija te unutarnjih sila.

Ishodi učenja kolegija:

- kroz stečena znanja o značajkama pojedinih materijala, njihovog ponašanja pri različitim utjecajima prometa i okoline kao i postupaka izvođenja radova na izgradnji kolničkih konstrukcija razumjeti ponašanje pojedinih dijelova kao i kolničke konstrukcije u cjelini,
- sudjelovati u analizama i rješavanju problema vezanih uz projektiranje i građenje prometnica s inženjerskog aspekta pri čemu će znati primjenjivati najnovije spoznaje i rješenja,
- projektirati kolničke konstrukcije cestovnih prometnica u skladu s domaćom i svjetskom projektantskom praksom pri čemu će se znati koristiti nekim od najčešće primjenjivanih specijaliziranih software-a (BISAR, CIRCLY, PAVERS),
- kritički procjenjivati, analizirati te pravilno odabirati odgovarajuće tipove kolničkih konstrukcija kao i odabirati načine njihovog projektiranja u skladu s namjenom prometne površine,
- u potpunosti primjenjivati inženjerski pristup projektiranju i građenju kolničkih konstrukcija cesta koristeći stečena znanja o materijalima od kojih se rade kolničke konstrukcije, projektiranju i tehnologiji izrade mješavina koje se ugrađuju u kolničku konstrukciju kao i tehnologiji izvedbe konstrukcija u cjelini a koja su stekli kroz predavanja te samostalni ili grupni rad u okviru vježbi,
- biti kompetentan sudjelovati u vođenju radova vezanih za izgradnju i održavanje prometnica posebno onog dijela radova koji se odnosi na kolničke konstrukcije na kreativan način koristeći kroz ovaj predmet stečene vještine komunikacije, pratiti stručnu literaturu te prezentirati stručne teme vezane uz projektiranje i građenje kolničkih konstrukcija te primjenjivati stečena znanja u daljnjem usavršavanju.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:

1. Uvod (pregled pojmova vezanih uz kolničke konstrukcije, vrste kolničkih konstrukcija, povijesni razvoj)
2. Cestograđevni materijali (agregat, mješavine, veziva, dodaci, voda) [2]
3. Asfaltne kolničke konstrukcije, Posteljica
4. Nosivi sloj od nevezanih mješavina
5. Nosivi sloj od hidrauličnim vezivom vezanih mješavina
6. Asfaltni slojevi (općenito, podjela, bitumenske mješavine uvodni dio) Označavanje bitumenskih mješavina
7. Proizvodnja, prijevoz i ugradnja bitumenskih mješavina
8. Kolokvij
9. Fizikalno mehanička svojstva bitumenskih mješavina
10. Vrste bitumenskih mješavina (bitumenske mješavine za nosive, vezne habajuće i zaštitne slojeve) [3]
11. Osnove betonskih kolničkih konstrukcija
12. Kolokvij

- Vježbe (auditorne, konstrukcijske):

1. Uvod, Osnove projektiranje asfaltnih kolničkih konstrukcija
2. Proračun prometnog opterećenja [2]
3. Metode dimenzioniranja kolničkih konstrukcija (AASHO metoda) [2]
4. Metode dimenzioniranja kolničkih konstrukcija (dimenzioniranje po metodi HRN) [2]
5. Izračun naprezanja i deformacija u kolničkoj konstrukciji - ulazni parametri

6. Izračun naprezanja i deformacija u kolničkoj konstrukciji - BISAR [2]
7. Izračun naprezanja i deformacija u kolničkoj konstrukciji - CIRCLY [2]
8. Proračun dopuštenog broja prijelaza (Minerovo pravilo)
9. Provjera dimenzionirane kolničke konstrukcije na smrzavanje
10. Kontrola i predaja programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena programa,
- 2 kolokvija: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 30%, kolokviji ili pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 30%.

Popis literature:

1. Babić, B. Projektiranje kolničkih konstrukcija. 1997. udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, 1997., str. 197.
2. Babić, B.; Horvat, Z.: Građenje i održavanje kolničkih konstrukcija, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, 1983., str. 266.
3. Rukavina, T.; Domitrović, J.: Kolničke konstrukcije (tekst predavanja, power point prezentacije, materijali za vježbe), Zagreb, 2012., http://merlin.srce.hr
4. Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, Hrvatske ceste i Hrvatske autoceste, Zagreb, 2001. godina
5. Roberts, F. L.; Kandhal, P. S.; Brown, E. R.; Lee, D. Y.; Kennedy, T. W.: Vruće asfaltne mješavine - materijali, projektiranje i ugradnja
6. AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, Published by American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C., USA, 1993
7. Thom, N.: Principles of pavement engineering, Thomas Telford Ltd, UK, 2008.

GORNJI USTROJ ŽELJEZNICA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe (konstrukcijske): 15

Ciljevi kolegija:

- stjecanje praktičnih znanja o osnovnim kolosiječnim elementima (tračnice, pragovi, kolosiječni zastor, kolosiječni pribor),
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o postupcima proračuna kolosijeka,

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o kolosiječnim konstrukcijama,
- stjecanje praktičnih znanja o postupcima zavarivanja tračnica
- stjecanje praktičnih znanja o skretnicama na kolosijecima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje ispitivanja mehaničkih svojstava materijala,
- poznavanje pojmova naprezanja, deformacija i unutarnjih sila.
- poznavanje pojmova stabilnost konstrukcije i dinamička opterećenja konstrukcije

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Projektiranja i građenje željeznica.

Uvjeti za polaganje ispita (programska povezanost):
- položen ispit iz kolegija: Projektiranja i građenje željeznica.

Ishodi učenja kolegija:
- detaljno objasniti elemente željezničkog gornjeg ustroja: tračnice, pragovi, zastor, kolosiječni pribor (svojstva materijala, način ispitivanja, ponašanje u eksploataciji),
- objasniti proračun kolosiječne konstrukcije,
- detaljno objasniti klasične kolosiječne konstrukcije te konstrukcije na čvrstoj podlozi,
- detaljno objasniti postupke zavarivanja tračnica, načine ispitivanja zavara te uspostavljanje dugog traka tračnica,
- detaljno objasnite uređenje kolosijeka u krivini,
- detaljno objasniti skretnice i kolosiječne veze na kolosijecima (način proizvodnje i ugradnje, sigurnost kretanja vozila preko skretnica).

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Opći pojmovi o elementima gornjeg ustroja: tračnice, kolosiječni pribor, pragovi, kolosiječni zastor
  2. Tračnice: oblik, tip, ispitivanje i kontrola
  3. Tračnice: istrošenje, podmazivanje tračnica u krivini
  4. Kolosiječni pribor: zadaci i ispitivanje pribora, kruti i elastični pribor
  5. Pragovi: drveni pragovi, armiranobetonski pragovi
  6. Kolosiječni zastor: zadaci, oblik i dimenzije zastorne prizme, povećanje nosivosti zastorne prizme
  7. Uređenje kolosijeka: širina kolosijeka, nadvišenje kolosijeka
  8. Uređenje kolosijeka: prijelazne krivine, prijelazne rampe
  9. Proračun željezničkog gornjeg ustroja: statički proračun, dinamički proračun
  10. Kolosijeci na čvrstim podlogama: zahtjevi na takove konstrukcije, mjesta primjene
  11. Dugi trak tračnica (DTT): temperature i naprezanja u DTT, oslobađanje DTT od naprezanja
  12. Postupci zavarivanja tračnica: aluminotermijski postupak, elektrootporni postupak, ispitivanje zavara
  13. Pruge za velike brzine: specifičnosti, elementi tlocrta, elementi uzdužnog presjeka
  14. Skretnice: dijelovi skretnica i njihova funkcija, prijevodnice, skretnička srca [2]

- Vježbe (konstrukcijske):
  1. NADVIŠENJE TRAČNICA U KRIVINI Stvaranje novog pod-modela horizontalne geometrije Proračun nadvišenja Uređivanje nadvišenja tračnica

2. Kontrola i grafički prikaz promjene neponištenog bočnog ubrzanja Konstrukcija krivolinijskih rampi nadvišenja
3. PRORAČUN KONSTRUKCIJE GORNJEG USTROJA Tehnički parametri za proračun naprezanja elemenata Opterećenje pruge Dopuštena naprezanja
4. Elementi gornjeg ustroja pruge (tračnice, pragovi, tučenac, zaštitni sloj ravnika) Odabir elemenata i dimenzija za konstrukciju kolosijeka
5. PRORAČUN NAPREZANJA I DIMENZIONIRANJE KOLOSIJEČNIH ELEMENATA Odabir koeficijenta posteljice Proračun elastične konstante kolosijeka Konstrukcija kolosijeka za traženu elastičnu konstantu
6. Proračun ukupne elastičnosti kolosijeka (koeficijenta elastičnosti) Proračunska naprezanja u elementima kolosijeka za koef. elastičnosti i mjerodavno dinamičko opterećenje kotača Naprezanja u glavi tračnice od kotača vozila
7. Momenti savijanja na tračnici od dinamičkoga opterećenja Maksimalni moment savijanja tračnice od dvo-osovinskoga postolja
8. PRORAČUN STABILNOSTI NEPREKINUTOG KOLOSIJEKA Dokaz stabilnosti geometrijskoga položaja kolosijeka Ukupna naprezanja u nožici tračnici od savijanja i temp. promjena Otpor kolosiječne rešetke pomicanju
9. NORMALNI POPREČNI PROFIL Proračunani elementi GU pruge Nagibi kosina i elementi odvodnje
10. Korigiranje predložaka, unošenje elemenata dobivenih proračunom
11. KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROFILI Određivanje stacionaža dionica pruge različitih tipova profila
12. Kreiranje sekcija različitih popr. profila Dodavanje predložaka
13. Definiranje kontrole točaka Modeliranje željezničke pruge Stvaranje plohe trupa pruge
14. ISCRTAVANJE KARAKTERISTIČNIH POPREČNIH PROFILA UREĐIVANJE NACRTA Izrada viewporta, određivanje mjerila, plot TEHNIČKI OPIS
15. KONTROLA I PREDAJA PROGRAMA

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 10%, kolokviji ili pisani dio ispita 50-60%, usmeni dio ispita 30-40%.

Obavezna literatura:

1. Lakušić, S.: Gornji ustroj željeznica – predavanja, Zagreb, 2007.
2. Lakušić, S., Ahac, M., Haladin, I.: Gornji ustroj željeznica - priručnik za vježbe, Zagreb, 2017.

Preporučljiva literatura:

1. Esveld, C.: Modern Railway Track, TU Delft, 2001.
2. Gospodarenje prometnom infrastrukturom, Građevinski fakultet, Zagreb, 2009.

DONJI USTROJ PROMETNICA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (konstrukcijske): 30

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o mogućnostima oblikovanja elemenata donjeg ustroja prometnica,
- izbor optimalnih konstruktivnih rješenja elemenata normalnog poprečnog presjeka,
- razrada elemenata idejnog projekta ceste (normalnog i karakterističnih poprečnih presjeka te račun masa) započetog na predmetu Projektiranje cesta,
- stjecanje osnovnih praktičnih znanja potrebnih u projektantskoj praksi i izvođenju objekata donjeg ustroja prometnica.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje pravila i kriterija za projektiranja cesta,
- osnovna znanja o elementima normalnog poprečnog presjeka ceste.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Planiranje i projektiranje cesta

Ishodi učenja kolegija:
- projektirati elemente donjeg ustroja ceste: usjek i nasip, odvodnja, oblikovanje i zaštita pokosa, potporni zidovi,
- rješavati jednostavnije probleme odvodnje i stabilnosti pokosa usjeka i nasipa prometnica izvan naselja,
- razumjeti ponašanje dijelova i konstrukcije donjeg ustroja u cjelini kao i značaja dostatnog i preciznog obavljanja istražnih radova i pravodobne izvedbe pojedinih faza radova,
- koristiti software specijalizirane za projektiranje cesta Mxroad i proračun stabilnosti pokosa W-SLOPE (Geostudio) i druge uobičajene računske alate za crtanje, izradu prezentacija i dokumenata,
- voditi radove vezane za izgradnju i održavanje prometnica i pri tome rješavati inženjerske probleme na kreativan način,
- pratiti stručnu literaturu iz područja projektiranja i građenja prometnica te primjenjivati stečena znanja u daljnjem usavršavanju.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:

1. Općenito o građevinama donjeg ustroja prometnica, Elementi donjeg ustroja prometnice – osnovni pojmovi i definicije
2. Normalni poprečni presjek, Izbor poprečnog presjeka prometnice
3. Prethodni radovi pri gradnji prometnica – istražni i pripremni radovi
4. Postupci klasifikacije tla za potrebe gradnje prometnica, Postupci klasifikacije tla prema osjetljivosti na smrzavanje

5. Izbor nagiba pokosa, Oblikovanje pokosa usjeka i nasipa
6. Zaštita pokosa – Zemljani i miješani materijali
7. Zaštita pokosa - kameniti materijali, Zaštita pokosa geosintetičkim materijalim
8. 1. KOLOKVIJ
9. Površinska odvodnja, Podzemna odvodnja
10. Propusti
11. Potporni, uporni i obložni zidovi
12. Proračun i izjednačenje masa
13. Linija masa, Prijevoz masa
14. 2. KOLOKVIJ
15. Izrada usjeka i zasjeka, Izrada nasipa

- Vježbe (konstrukcijske):

1. Ispitivanje stabilnosti pokosa usjeka i nasipa [2]
2. Detaljna razrada normalnog poprečnog profila [2]
3. Karakteristični poprečni profili [2]
4. Uzdužni i poprečni presjek jednog propusta za vodu [3]
5. Poprečni presjek potpornog zida [2]
6. Račun masa
7. Linija i raspored masa [2]
8. Tehnički izvještaj

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena programa,
- dva kolokvija: studenti koji na svakom kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 20%, kolokviji ili pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 40%.

Popis literature:

1. Dragčević, V., Rukavina, T.; Donji ustroj prometnica, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2006.
2. Dragčević, V., Korlaet, Ž.; Osnove projektiranja cesta, Zagreb 2003.
3. Ahac, S., Džambas, T., Stančerić, I.; Donji ustroj prometnica - skripta za vježbe, Zagreb, 2020., http://merlin.srce.hr
4. Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, Hrvatske ceste i Hrvatske autoceste, Zagreb, 2001. god.
5. Stančerić, I.; Projektiranje cesta – skripta za vježbe, Upute za rad u računalnom programu OpenRoads Designer, Zagreb 2020., http://merlin.srce.hr
6. Mikulić J., Stipetić A.; Željezničke pružne građevine, Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb, 1999 g.

CESTOVNA ČVORIŠTA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 1, konstrukcijske: 29)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o projektiranju čvorišta u razini i izvan razine.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje rada na računalnim programima za tehničko crtanje.

Ishodi učenja kolegija:
- sposobnost razumijevanja i respektiranja uvjeta sigurnosti odvijanja prometa i zadovoljenja propusne moći na cestovnim čvorištima,
- sposobnost korištenja važećih domaćih i inozemnih smjernica za projektiranje čvorišta te praćenja stručne i znanstvene literature iz područja projektiranja cestovnih čvorišta,
- sposobnost odabira tipa i vrste čvorišta s obzirom na položaj i uvjete u cestovnoj mreži,
- sposobnost dimenzioniranja i oblikovanja pojedinih elemenata čvorišta na temelju voznodinamičkih pretpostavki vezanih na brzinu vožnje i zakonitosti geometrije kretanja vozila,
- sposobnost izrade građevinskih projekata čvorišta (u razini i izvan razine) i projekata horizontalne i vertikalne signalizacije na čvorištima.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Promet u raskrižjima - kanaliziranje prometnih tokova
  2. Podjela raskrižja
  3. Kriteriji za izbor vrste (tipa) raskrižja
  4. Raskrižja - priključci na javnu cestu
  1. Općenito o geometrijskom oblikovanju trokrakih i četverokrakih raskrižja
  2. Geometrijsko oblikovanje elemenata trokrakih i četverokrakih raskrižja
  3. Geometrijsko oblikovanje elemenata trokrakih i četverokrakih raskrižja
  4. Geometrijsko oblikovanje kružnih raskrižja
  5. Trajektorije kretanja vozila u raskrižjima - mjerodavna vozila
  6. Trajektorije kretanja vozila u raskrižjima - provjera provoznosti
  7. Preglednost na raskrižjima
  8. Raskrižja u više razina
  9. Raskrižja u više razina - spojne rampe i njihovo priključivanje
  10. Kombinirana raskrižja
  11. Prometna signalizacija na raskrižjima
- Vježbe (auditorne, konstrukcijske):
  1. Smjernice za projektiranje raskrižja. Izrada početne sheme četverokrakog raskrižja
  2. Konstrukcija razdjelnog otoka oblika kaplje na sporednoj cesti
  3. Konstrukcija razdjelnog otoka oblika kaplje na sporednoj cesti
  4. Oblikovanje desnog ruba kolnika na sporednoj cesti

5. Oblikovanje lijevog ruba kolnika i trokutastog otoka na sporednoj cesti. Oblikovanje klinastog izvoza
6. Oblikovanje dodatnih trakova za lijevo i desno skretanje na glavnoj cesti
7. Izrada početne sheme kružnog raskrižja. Oblikovanje kružnog kolnika
8. Oblikovanje razdjelnih otoka, uvoza i izvoza
9. Provjera ulaznog kuta i oštrine proširenja
10. Izrada putanja kretanja vozila kroz raskrižja
11. Kontrola horizontalne provoznosti raskrižja
12. Kontrola horizontalne provoznosti raskrižja
13. Horizontalna i vertikalna signalizacija na raskrižjima
14. Horizontalna i vertikalna signalizacija na raskrižjima
15. Uređenje nacrta

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 40%, pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 20%.

Popis literature:

1. Stančerić, I.: Projektiranje cestovnih raskrižja. Web skripta. Zagreb, 2019. http://merlin.srce.hr
2. Stančerić, I., Džambas, T., Bezina, Š.: Geometrijsko oblikovanje cestovnih raskrižja, Skripta za izradu programa iz kolegija Cestovna čvorišta 2019.
3. Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, srpanj 2014.
4. Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL), Plangleiche Knotenpunkte, FGSV, Koln, 2012., str.172.
7. 5.Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN 95/2014)
5. Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi (NN 28/2016).
6. Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti (NN 78/13).
7. Smjernice za projektiranje raskrižja u naseljima sa stajališta sigurnosti prometa.
8. FPZ Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, siječanj 2004.
9. Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA), Knotenpunkte, FGSV, Koln, 2008., str.182.
10. Klemenčić A., Oblikovanje cestovnih čvorišta izvan razine, monografija, Građevinski institut, Zagreb, 1982., str. 109.

Izborni kolegiji

PRIMIJENJENA GEOLOGIJA

Vidjeti u poglavlju Smjer Geotehnika.

ZAŠTITA OKOLIŠA

Vidjeti u poglavlju Smjer Hidrotehnika.

2. godina, 3. semestar

Obvezni kolegiji

METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

PROMETNI TUNELI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (konstrukcijske: 26, projektantske: 4)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o projektiranju tunela u pogledu horizontalne i vertikalne geometrije i poprečnog profila tunela,
- stjecanje praktičnih znanja o postupcima projektiranja tunela, klasifikaciji stijenske mase, metoda iskopa i sustava podgrađivanja tunelskog iskopa,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o primjeni sigurnosnih sistema u tunelima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje rada na računalnim programima za tehničko crtanje,
- razumijevanje i sposobnost primjene uvjeta ravnoteže sila u ravnini.

Ishodi učenja kolegija:
- primijeniti stručnu literaturu iz područja projektiranja i izgradnje tunelskih građevina te primjena stečenih znanja u istraživačkom radu,

- prepoznati metode određivanja kategorije stijenske mase na kojoj se temelji pristup izradi inženjerske konstrukcije tunela,
- prepoznati metodu iskopa stijenske mase,
- kreirati projekt tunelskog sustava za ceste, željeznice, metro,
- primijeniti metodu osiguranja iskopa stijenske mase,
- vodit radove na izgradnji tunelskih objekata.

Uvjeti za polaganje ispita (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija Planiranje i projektiranje cesta i Projektiranje i građenje željeznica

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:
  1. Uvodno o kolegiju. Povijest tunelogradnje. Klasifikacija suvremenih prometnih tunela.
  2. Proces projektiranja prometnih tunela, istražni radovi i regulativa
  3. Klasifikacije stijenske mase
  4. Tehnologije iskopa tunela
  5. Stabilizacija iskopa
  6. Klasične metode izvedbe tunela
  7. Suvremeni pristupi izvedbi tunela [2]
  8. Odvodnja i hidroizolacija tunela
  9. Obloga tunela
  10. Ventilacija i rasvjeta prometnih tunela
  11. Građevinsko-tehničke karakteristike cestovnih tunela
  12. Sigurnost u cestovnim tunelima
  13. Građevinsko-tehničke karakteristike željezničkih i metro tunela
  14. Održavanje i rekonstrukcija prometnih tunela
- Vježbe (projektantske, konstrukcijske):
  1. Geometrija tunelske obloge sa slobodnim profilom [3]
  2. Određivanje veličine brdskog pritiska po Protođakonovoj metodi [2]
  3. Grafostatičko ispitivanje tunelske obloge [2]
  4. Račun sila opterećenja [2]
  5. Tabelarni i grafički prikaz napona
  6. Normalni poprečni profil, metoda izvedbe, sigurnost u cestovnim tunelima
  7. Normalni poprečni profil
  8. Metoda izvedbe (shema i faze izvedbe)
  9. Izrada sheme sigurnosne opreme
  10. Izrada tekstualnog opisa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- nazočnost na najmanje 75% predavanja i na 100% vježbi,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 30%, pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 30%.

Popis literature:

1. Banjad, Ivan: Tuneli; Građevinski institut, Fakultet građevinskih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; Zagreb, 1982.
2. Vrkljan, Ivan: Podzemne građevine i tuneli; Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Institut građevinarstva Hrvatske d.d. Zagreb; Rijeka, 2003.
3. Mustapić, Ivan; Mikulić, Tanja; Šarić, Darko: Projektiranje cestovnih i željezničkih tunela, Projektiranje prometne infrastrukture, ur. Lakušić, Stjepan; Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za prometnice; Zagreb, 2011. 189
4. Marušić, Dušan: Projektiranje i građenje željezničkih pruga, Građevinski fakultet Split, Split, 1994.
5. Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, KNJIGA V – CESTOVNI TUNELI, Hrvatske ceste i Hrvatske autoceste, Zagreb, 2001.
6. Majstorović, Igor; Stepan, Željko; Ahac, Saša: Prometni tuneli - priručnik za vježbe, 2020. (http://merlin.srce.hr)
7. Ahac, Saša: Prometni tuneli – skripta za pisani dio ispita, 2023. (http://merlin.srce.hr)

AERODROMI

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne: 1, konstrukcijske: 14): 15

Ciljevi kolegija:

- usvajanje osnovnih znanja o projektiranju, građenju i održavanju operativnih površina aerodroma,
- stjecanje znanja o projektiranju i građenju betonskih kolničkih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- posjedovanje osnovnih znanja iz područja geomehanike,
- osnovna znanja o građevnim proizvodima,
- razumijevanje pojmova naprezanja i deformacija te unutarnjih sila.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Kolničke konstrukcije

Ishodi učenja kolegija:

- kroz stečena znanja o bitnim značajkama odvijanja prometa zrakoplova na zemlji te u zračnom prostoru aerodroma student će s razumijevanjem moći sudjelovati pri izradi projektne dokumentacije za sve bitne elemente manevarskih površina aerodroma, geometriju, rasvjetu, signalizaciju kao i kolničku konstrukciju bilo da se radi o asfaltnoj ili betonskoj,
- sudjelovati u analizi i rješavanju problema vezanih uz projektiranje i građenje aerodroma s inženjerskog aspekta primjenjujući svu međunarodnu regulativu vezanu uz područje projektiranja i građenja aerodroma s kojom će kroz predmet biti upoznat pri čemu će znati primjenjivati najnovije spoznaje i rješenja,

- projektirati kolničke konstrukcije manevarskih površina aerodroma u skladu s domaćom i svjetskom projektantskom praksom pri čemu će se znati koristiti nekim od najčešće primjenjivanih specijaliziranih softwarea (PAVERS),
- sudjelovati pri izradi kritičkih procjena i analiza te pravilnog odabira odgovarajućih tipova rješenja kolničkih konstrukcija kao i odabirati načine njihovog projektiranja u skladu s namjenom prometne površine,
- primjenjivati inženjerski pristup projektiranju i građenju svih prometnih površina aerodroma, posebice onog dijela koji se odnosi na krute kolničke konstrukcije, koristeći stečena znanja o materijalima, projektiranju i tehnologiji izrade mješavina koje se ugrađuju u kolničku konstrukciju kao i tehnologiji izvedbe konstrukcija u cjelini a koja su stekli kroz predavanja te samostalni ili grupni rad u okviru vježbi,
- kompetentan (pod nadzorom mentora) sudjelovati u vođenju radova vezanih uz izgradnju i održavanje aerodromskih površina posebno onog dijela radova koji se odnose na kolničke konstrukcije na kreativan način koristeći kroz ovaj predmet stečene vještine komunikacije, pratiti stručnu literaturu te prezentirati stručne teme vezane uz projektiranje i građenje kolničkih konstrukcija te primjenjivati stečena znanja u daljnjem usavršavanju.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje, povijest zrakoplovstva
  2. Civilni zračni promet i njegovo organiziranje, Sustav zračnog prometa, zračne luke i elementi
  3. Definicije pojmova korištenih u standardima i preporukama – prema ICAO
  4. Osnove meteorologije za potrebe istraživanja, smještaja i iskorištavanja aerodroma
  5. Aerodromi – definicija, razvoj, podjele, kategorizacija i kodifikacija prema ICAO
  6. Aerodromske površine, staze za uzlijetanje i slijetanje (USS), ramena USS
  7. Dodatna staza za zaustavljanje, Zaštitna staza
  8. Objavljene dužine USS, Sigurnosne površine
  9. Rulne staze, Staze za vožnju, Stajanke
  10. Ograničenja prepreka
  11. Označavanje aerodroma i aerodromskih površina
  12. Prepreke i njihovo obilježavanje
  13. Klasifikacija kolnika površina za kretanje zrakoplova (opterećenja, klasifikacija prema različitim metodama)
  14. Dimenzioniranje kolnika površina za kretanje zrakoplova (kolnici s asfaltnom površinom i betonski kolnici)
  15. kolokvij
- Vježbe (auditorne, konstrukcijske):
  1. Uvodne vježbe, ACN-PCN klasifikacija, određivanje mjerodavnog zrakoplova; određivanje referentne debljine savitljivog i krutog kolnika
  2. ACN-PCN klasifikacija, određivanje mjerodavnog zrakoplova; određivanje referentne debljine savitljivog i krutog kolnika [2]
  3. klasifikacija po LCN metodi [2]
  4. određivanje proračunskog broja operacija mjerodavnog zrakoplova [2]
  5. preliminarno dimenzioniranje savitljivih i krutih kolničkih konstrukcija [3]
  6. Dimenzioniranje krute kolničke konstrukcije metodom Westergaarda [2]
  7. Proračun betonske kolničke konstrukcije [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena programa,
- kolokvij: studenti koji na kolokviju riješe 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 30%, kolokviji ili pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 30%.

Popis literature:

1. Horvat Z.: Aerodromi I, 1982.
2. Prager A.: Aerodromi I – izmjene i dopune, 1990.
3. Rukavina T.: Bilješke za predavanja, 2004.
4. Aerodromes, Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation, ICAO, 1999.
5. Airport Pavement Design and Evaluation, Federal Aviation Administration, 1995.

Napomena: Materijali predavanja nalaziti će se na stranicama e-kolegija (Merlin)

OPREMA PROMETNICA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o problematici postavljanja i razini opremanja prometnice signalizacijom i drugim oblicima zaštitne opreme kao jednim od relevantnih faktora povećanja sigurnosti i udobnosti prometa.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje pravila i kriterija za projektiranja cesta,
- osnovna znanja o elementima normalnog poprečnog presjeka ceste.

Ishodi učenja kolegija:

- opisati vrste, načine djelovanja i održavanje prometne opreme (prometna signalizacija, zaštitne ograde, opreme za označavanje ruba kolnika i vrha prometnog otoka, opreme za smirivanje prometa, rasvjeta),
- razumjeti metodologiju postavljanja i oblikovanje prometne opreme respektirajući ponašanje sudionika u prometu (psihofizičke karakteristike čovjeka), prometne uvjete i karakteristike vozila,
- kritički procjenjivati pretpostavke, argumente i projektantska rješenja vezana za izbor tipa i postavljanje prometne opreme,
- pratiti stručnu literaturu i prezentirati stručne teme vezane za postavljanje i oblikovanje prometne opreme te primjenjivati stečena znanja u daljnjem usavršavanju.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:

1. Uvod, Oprema ceste, Osnovna načela za postavljanje prometne signalizacije, Performanse učesnika u prometu
2. Kretanje vozila, Zaustavni put, Preglednost
3. Vertikalna signalizacija, Oblikovanje i postavljanje prometnih znakova [2]
4. Horizontalna signalizacija – vidljivost i preporuke za oblikovanje
5. Horizontalna signalizacija – materijali i boje, izvedba
6. Primjeri primjene horizontalne i vertikalne signalizacije
7. Prometna svjetla
8. Promjenjivi prometni znakovi
9. Oprema za označavanje ruba kolnika, vođenje i usmjeravanje prometa u području radova
10. Zaštitne odbojne ograde
11. Ostali tipovi ograda i ublaživači udara
12. Ostala oprema
13. Cestovna rasvjeta
14. Prijelazi za životinje, Građevine za zaštitu od vjetra

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- nazočnost na najmanje 75% predavanja,
- izrada i javna prezentacija seminarskog rada u roku.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena seminarskog rada: studenti koji ostvare ocjenu seminarskog rada najmanje dobar oslobađaju se pisanog dijela ispita,
- ocjena javne prezentacije seminarskog rada: studenti koji ostvare ocjenu javne prezentacije seminarskog rada najmanje dobar oslobađaju se usmenog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio seminarskog rada ili pisani dio ispita 50%, javna prezentacija seminarskog rada ili usmeni dio ispita 50%.

Popis literature:

1. Dragčević, V., Stančerić, S.; Prometna oprema – predavanja, Zagreb, 2016., http://merlin.srce.hr
2. Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/2008., 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17)
3. Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05, NN 64/05 i 155/05) i Horizontalna signalizacija – JUS U.S4.221 –U.S4.234, Priručnik za izradu vježbi i diplomskih radova iz kolegija Cestovna čvorišta za studente sveučilišnog diplomskog studija – Prometni smjer, Zagreb, 2009.
4. Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, Hrvatske ceste i Hrvatske autoceste, Zagreb, 2001. god.

PROMETNI SUSTAVI

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45

Ciljevi kolegija:

- multidisciplinarni pristup planiranju, projektiranju i održavanju integralnoga prometnog sustava.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- praktična znanja iz područja teorije prometnih tokova,
- praktična znanja iz područja prometne tehnike.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Prometna tehnika.

Ishodi učenja kolegija:

- sposobnost određivanja glavnih značajki osnovnih elemenata prometnog sustava i različitih vrsta prometa,
- sudjelovanje u analiziranju odvijanja ukupnoga prometnog sustava i pojedinih njegovih dijelova,
- sposobnost projektiranja različitih elemenata prometnog sustava,
- sposobnost analize osnovnih principa funkcioniranja i razvoja cestovnog prometnog sustava,
- sposobnost procjene i istraživanja postojećih podataka o cestovnom prometnom sustavu i njihova primjena u praksi,
- participacija u izradi koncepta funkcioniranja prometnog sustava,
- sudjelovanje u kreiranju i održavanju prometnog sustava.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:
  1. Prometni sustav: definicije, podjele, povijesni razvoj
  2. Prometno-prostorno planiranje i dokumenti
  3. Opće tehničke značajke prometnica
  4. Glavne značajke sudionika u prometu i putovanja
  5. Glavne prometne značajke prometnica
  6. Urbani prostori
  7. Gradske prometnice
  8. Prometni tokovi i regulacija
  9. Prometna opterećenja
  10. Pješački promet
  11. Biciklistički promet
  12. Javni gradski promet - razvoj i elementi sustava
  13. Javni gradski promet - značajke i razine usluge sustava
  14. Paratranzit i sigurnost prometa
  15. Prometne studije

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje najmanje 75% predavanja,

- izrada seminara.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- seminar.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjena seminara,
- pismeni ispit,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminar 40%, pismeni ispit 30%, usmeni ispit 30%.

Popis literature:

1. Maletin, M.: Osnove projektiranja saobraćajnica u gradovima, Orion-Art, Beograd 2009.
2. Dadić, I.; Kos, G.: Prometno i prostorno planiranje, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2007.
3. Highway Capacity Manual, Transportation Research Board (TRB), Washington, D.C., 2000. 199
4. Global Street Design Guide, The National Association of City Transportation Officials (NACTO), New York, 2016.
5. Drugi sadržaji http://merlin.srce.hr

Izborni kolegiji

ODVODNJA PROMETNICA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (konstrukcijske: 12, projektantske: 3)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o principima površinske i podzemne odvodnje prometnica,
- poznavanje prednosti i nedostataka primjene različitih tipova i vrsta uređaja za odvodnju,
- stjecanje osnovnih praktičnih znanja potrebnih u projektantskoj praksi za izbor konstruktivnih rješenja elemenata odvodnje prometnica.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje pravila i kriterija za projektiranja prometnica,
- razumijevanje značaja optimalnog oblikovanja elemenata normalnog poprečnog presjeka prometnice za funkcioniranje prometnice kao cjeline.

Uvjeti za polaganje ispita (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Donji ustroj prometnica

Ishodi učenja kolegija:

- primijeniti stručnu literaturu iz područja odvodnje prometnica te primjenjivati stečena znanja u daljnjem usavršavanju,
- projektirati uređaje sustava površinske i podzemne odvodnje prometnica u naselju i izvan naselja,
- rješavati jednostavnije probleme odvodnje prometnice u naselju i izvan naselja,
- analizirati djelovanje vode na prometnicu s aspekta sigurnosti ceste, nosivosti i stabilnosti elemenata donjeg i gornjeg ustroja ceste uvažavajući ekološke parametre vodozaštite,
- koristiti računalne programe specijalizirane za projektiranje prometnica za razradu elemenata odvodnje,
- vrednovati pretpostavke, argumente i projektantska rješenja vezana za izbor uređaja za odvodnju prometnica,
- voditi radove vezane za izgradnju i održavanje elemenata odvodnje prometnica i pri tome rješavati inženjerske probleme na kreativan način.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:

1. Uvodno o kolegiju. Hidrološki pojmovi i podaci
2. Hidrološke podloge
3. Odnos prometnica i vode u okolišu
4. Sustavi odvodnje
5. Površinska odvodnja prometnih površina
6. Uređaji za površinsku odvodnju [2]
7. Odvodnja podzemne vode
8. Oborinska kanalizacija i reviziona okna
9. Propusti
10. Drenažne građevine
11. Odvodnja raskrižja
12. Odvodnja prometnica u urbanim sredinama [2]
13. Ekološki parametri vodozaštite i integralni pristup odvodnji prometnih površina

- Vježbe (projektantske, konstrukcijske):

1. Normalni poprečni profil [2]
2. Detalji uređaja za površinsku odvodnju
3. Detalji uređaja za podzemnu odvodnju
4. Rješenje odvodnje u situaciji i uzdužnom profilu
5. Uređaji za površinsku odvodnju (rigoli, zaštitni jarci)
6. Razrada slivnika
7. Razrada oborinske kanalizacije i revizionih okana
8. Propusti - lokacija i tip
9. Propusti - uzdužni profili
10. Uzdužni profil oborinske kanalizacije
11. Karakteristični poprečni profili i tekstualni opis
12. Karakteristični poprečni profili [2]
13. Izrada tekstualnog opisa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- nazočnost na najmanje 75% predavanja i na 100% vježbi,

- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena programa,

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 20%, kolokviji ili pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 40%.

Popis literature:

1. Ahac, Saša: Odvodnja prometnica – predavanja 2023. (http://merlin.srce.hr)
2. RAS: Entwässerung, FGSV, Bonn, 2005.
3. Richard K. Untermann: Principles and practices of grading, drainage and road aligenment: An ecologic approach, Prentice-Hall, Inc, 1978.
4. David Butler, John W. Davies: Urban Drainage, Spon Press, 2004.
5. Harry R. Cedergren: Drainage of highway and airfield pavements, Robert E. Krieger Publishing Company, 1987.
6. Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, Hrvatske ceste i Hrvatske autoceste, Zagreb, 2001.

ODRŽAVANJE KOLNIKA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (konstrukcijske: 14, auditorne: 1)

Ciljevi kolegija:

- Stjecanje osnovnih znanja o planiranju održavanja kolničkih konstrukcija cesta.
- Stjecanje osnovnih znanja o planiranju održavanja kolničkih konstrukcija cesta.
- Stjecanje znanja o postupcima projektiranja te tehnologijama koje se primjenjuju pri održavanju kolničkih konstrukcija cesta

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- Potpis iz predmeta Kolničke konstrukcije
- potrebno je znanje o građevinskim materijalima
- potrebno je poznavanje tehnologije izvođenja radova u niskogradnji
- potrebno je poznavanje računalnih programa koji se koriste pri projektiranju kolničkih konstrukcija cesta

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Kolničke konstrukcije

Ishodi učenja kolegija:

- Identificirati probleme pri planiranju i provođenju redovitog i izvanrednog održavanja kolničkih konstrukcija cesta

- Analizirati utjecaje održavanja kolničkih konstrukcija cesta na socijalno-ekonomske aspekte društva
- Primijeniti stečene vještine i potrebna znanja na prepoznavanje, formuliranje i analiziranje problema održavanja kolnika te pronaći jedno ili više prihvatljivih rješenja
- Preispitati i odabrati metode i postupke održavanja kolničkih konstrukcija cesta ovisno o funkcionalnom i strukturalnom stanju kolnika
- Protumačiti suradnicima svoje zamisli i projekte
- Primijeniti stečena znanja na kreativan način pri donošenju odluka na odgovornim radnim mjestima
- Prihvatiti odgovornost za vlastite odluke

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:

1. Uvodno predavanje
2. Zakonska regulativa
3. Upravljanje cestama
4. Sigurnost cesta
5. Površinska svojstva kolnik
6. Oštećenja kolnika - temeljni uzroci [2]
7. Ocjena stanja kolnika - vizualni pregled
8. Redovito održavanje – [3]
9. Redovito održavanje - popravci površina < 3000 m2 i > 3000 m2
10. Redovito održavanje - popravci površina > 3000 m2
11. Izvanredno održavanje - kolotrazi i izravnavajući sloj
12. Izvanredno održavanje - izrada proširenja kolnika
13. Izvanredno održavanje – reciklaža
14. Planiranje održavanja

- Vježbe (konstrukcijske):

1. Uvodne vježbe, preuzimanje programa
2. Ocjena stanja kolnika - vizualni pregled [2]
3. Vrednovanje rezultata istražnih radova [2]
4. Analiza stanja kolnika
5. Odabir rješenja sanacije
6. Izrada projekta sanacije [3]
7. Ocjena nosivosti kolnika [2]
8. Analiza defleksija
9. Odabir rješenja rekonstrukcije
10. Predaja programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- izrada i prezentacija seminarskog rada.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- ocjenjivanje seminara; studenti koji ostvare ocjenu seminarskog rada najmanje vrlo dobar oslobađaju se usmenog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 30%, seminari 30%, usmeni dio ispita 40%.

Popis literature:

1. Keller, M.: Održavanje cesta, Građevni godišnjak, HSIG, Zagreb, 2000.
2. Dragčević, V.; Korlaet, Ž.; Rukavina, T.:Katalog oštećenja asfaltnih kolnika, GF, Zagreb, 2004.
3. Domitrović, J. i Rukavina, T.: Bilješke s predavanja, 2022.
4. Pearson, D.: Deterioration and Maintenance of Pavements, Institution of Civil Engineers, London, 2012
5. Mallick, R. B.; El-Korchi, T.: Pavement Engineering – Principles and Practice, CRC Press, London, 2009.
6. Janez Žmavc: Vzdržavanje cest, DRC, d.o.o., Ljubljana 2010.

VIBRACIJE OD PROMETA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (konstrukcijske): 15

Ciljevi kolegija:

- Usvojiti i primijeniti teorijska i praktičnih znanja o vibracijama pobuđenim prometovanjem cestovnih i željezničkih vozila (osnovni pojmovi, mehanizmi nastanka, načini širenja)Stjecanje osnovnih znanja o planiranju održavanja kolničkih konstrukcija cesta.
- usvojiti i raščlaniti izvore vibracija u cestovnom i željezničkom prometu (interakcija tračnica i kotača, interakcija pneumatika i kolnika, ravnost kolnika, horizontalne krivine, pogonski mehanizmi),
- usvojiti znanja o načinima detekcije, obrade i vrednovanja vibracija izazvanih prometovanjem vozila te analizirati i interpretirati karakteristične valne duljine, frekvencije, intenzitet, vremenska domena, frekvencijska domena vibracija,
- usvojiti i razlikovati sustave i mehanizme za prevenciju nastanka te suzbijanje širenja vibracija na cestovnim i tračničkim sustavima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- osnovna znanja o odvijanju cestovnog i željezničkog prometa, razumijevanje gradivnih elemenata kolničke i kolosiječne konstrukcije

Uvjeti za polaganje ispita:

- položen ispit iz kolegija Gornji ustroj željeznica, Prometna buka.

Ishodi učenja kolegija:

- Koristiti stručnu literaturu iz područja vibracija od prometa te primjenjivati stečena znanja.
- Protumačiti djelovanje vibracija od prometa na čovjeka i okoliš.

- Protumačiti i raščlaniti mehanizme nastanka vibracija od prometa, te mehanizme zaštite od prekomjernih razina vibracija.
- Ispitati i proračunati razinu vibracija u skladu s hrvatskom i europskom regulativom.
- Proračunati i analizirati osnovne parametre vibracija od prometa koristeći specijalizirane računalne alate za analizu signala.
- Predložiti i planirati metode za prevenciju nastanka i suzbijanje širenja vibracija za pojedine slučajeve praktične primjene.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:

1. Uvod u problematiku vibracija koje se javljaju u transportnim sustavima. Osnovna podjela vibracija, mehanizmi nastanka vibracija, načini širenja vibracija [3]
2. Izvori vibracija u cestovnom prometu. Ravnost kolnika, diskontinuiteti vozne površine kolnika, uspornici prometa, karakteristike ovjesa i pneumatika. [3]
3. Izvori vibracija u željezničkom prometu. Kontakt kotača i tračnice, naboranost tračnica, ravnost kotača željezničkih vozila, diskontinuiteti vozne površine tračnica, skretnice i križališta, ovjes željezničkog vozila. [3]
4. Specifičnosti vibracija od podzemnih prometnih građevina (cestovnih, željezničkih i metro tunela) te širenje vibracija na okolne objekte. [3]
5. Utvrđivanje uzroka nastanka vibracija. Mjerenja ravnosti kolnika, određivanje karakteristika uspornika prometa, mjerenja ravnosti vozne površine tračnica, mjerenja ravnosti kotača, geometrija zavara tračnica, skretnice. [3]
6. Karakteristike i opis vibracija od prometa. Osnovne veličine, način prikaza vibracija, osnovne analize i karakterizacija (valne duljine, frekvencija, amplituda, vremenska domena, frekvencijska domena) [4]
7. Regulativa i propisi iz područja vibracija od prometa (Europska regulativa, Hrvatski propisi, svjetska praksa i trendovi). Ljudska percepcija vibracija, utjecaj vibracija na okoliš. [2]
8. Načini prikupljanja podataka o vibracijama. Sustavi za prikupljanje podataka, sustavi za pohranu i obradu podataka, trajni monitoring [3]
9. Obrada podataka uz pomoć suvremenih računalnih programa za analizu signala. Određivanje RMS vrijednosti, Fourierove transformacije, filtriranje signala, [3]
10. Mjere za prevenciju nastanka i sprečavanje širenja nepoželjnih vibracija [3]

- Vježbe (konstrukcijske):

1. Određivanje utjecaja uspornika prometa na razinu vibracija i udobnost vožnje
2. Određivanje utjecaja revizijskih okna na razinu vibracija pri prometovanju cestovnih vozila
3. Određivanje ravnosti kolnika novo izvedenih i rekonstruiranih cestovnih prometnica
4. Analiza vibracija postolja tramvajskog vozila i određivanje mirnoće hoda
5. Analiza vibracija sanduka željezničkog vozila i određivanje udobnosti vožnje
6. Analiza vibracija tramvajskih kolosijeka na različitim kolosiječnim konstrukcijama
7. Analiza vibracija i određivanje stupnja prigušenja kolosiječne konstrukcije na klasičnim željezničkim kolosijecima
8. Analiza utjecaja tramvajskih skretnica i križališta na povišene razine vibracija u urbanim sredinama

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- nazočnost na najmanje 75% predavanja i na 100% vježbi,
- izrada i pozitivna ocjena programa,

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena programa,

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjena seminarskog rada (pisanog dijela i prezentacije),
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminarski rad 60%, usmeni dio ispita 40%

Popis literature:

1. Lakušić, S.: Utjecaj ravnosti kolnika na vibracije vozila, Gospodarenje prometnom infrastrukturom / Lakušić, Stjepan (ur.). Građevinski fakultet, Zavod za prometnice, 2009. Str. 7- 43.
2. Lakušić, S.; Ahac, M.: Vibracije od željezničkog prometa, Gospodarenje prometnom infrastrukturom / Lakušić, Stjepan (ur.). Građevinski fakultet, Zavod za prometnice, 2009.. Str. 371-416.
3. Lakušić, S.; Haladin, I.; Bogut, M.: Analiza vibracija tramvajskog kolosijeka s obzirom na tip konstrukcije i vrijeme uporabe, Mjerenja, ispitivanja i monitoring na prometnicama / Lakušić, Stjepan (ur.). Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, 2013. Str. 287-312.

METODE POBOLJŠANJA TLA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (konstrukcijske: 14, auditorne: 1)

Ciljevi kolegija:

- usvajanje znanja o različitim postupcima i metodama poboljšanja slabo nosivih tala,
- stjecanje osnovnih znanja o projektiranju i izvedbi različitih postupaka stabilizacije slabo nosivih tala.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- posjedovanje osnovnih znanja iz područja geomehanike,
- osnovna znanja o građevnim proizvodima.

Ishodi učenja kolegija:

- kroz stečena znanja o bitnim značajkama tla koja svojim geomehaničkih karakteristikama ne udovoljavaju zahtjevima koji sa na njih postavljaju (slabo nosiva, provlažena tla) kao i materijalima koji se koriste za poboljšanje njihovih karakteristika (cement, vapno, bitumen, geosintetski materijali, različiti komercijalni proizvodi) student će razumjeti djelovanja ovih gradiva kao i mješavina u cjelini te moći ocijeniti pogodnosti ili nedostatke njihove primjene u određenim uvjetima,
- pod nadzorom mentora sudjelovati u radu tima koji analizira i rješava probleme vezane uz projektiranje i građenje prometnica na slabo nosivim ili provlaženim tlima uz primjenu

važeće europske regulative koja se odnosi kako na materijale koji se primjenjuju za poboljšanje karakteristika osnovnog materijala (tla) tako i na mješavine koje se dobivaju, a koje predstavljaju sastavne elemente donjeg ili gornjeg ustroja prometnice,
- sudjelovati pri izradi projekta sastava mješavina slabo nosivih tla i određenih aditiva ili elemenata kojima se poboljšavaju njihove karakteristike u skladu s domaćom i svjetskom projektantskom praksom,
- sudjelovati u radu tima koji kritički procjenjuje, analizira te odabire odgovarajuće tipove rješenja kao i načine projektiranja u skladu s uvjetima okoline i tla,
- primjenjivati inženjerski pristup projektiranju i građenju svih prometnih površina na slabo nosivim tlima koristeći stečena znanja o osnovnom materijalu – slabo nosivom tlu, dodacima koji se koriste, projektiranju i tehnologiji izrade mješavina kao i tehnologiji izvedbe konstrukcija u cjelini a koja su stekli kroz predavanja,
- biti kompetentan u okviru tima a pod nadzorom mentora voditi radove vezane uz izgradnju objekata u otežanim okolnostima izvedbe (temeljno tlo ili posteljica slabe nosivosti, provlaženo tlo) na kreativan način koristeći kroz ovaj predmet stečene vještine komunikacije, pratiti stručnu literaturu te prezentirati stručne teme vezane uz probleme s kojima su se upoznali slušajući ovaj predmet te primjenjivati stečena znanja u daljnjem usavršavanju.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:
  1. Uvod (svrha, definicije, područja primjene, primjena stabilizacije kod prometnica)
  2. Pojam i vrste nestabilnih tala [2]
  3. Izbor postupka (utjecajni parametri pri donošenju odluke o postupcima poboljšanja tla)
  4. Principi mehaničke stabilizacije tla [2]
  5. Stabilizacija tla vapnom
  6. Stabilizacija tla mješavinama letećeg pepela sa vapnom ili cementom
  7. Stabilizacija tla bitumenom
  8. Stabilizacija tla cementno-vapnenim i vapneno-bitumenskim mješavinama
  9. Termički postupci stabilizacije tla
  10. Stabilizacija slabo nosivih tla geosinteticima [2]
  11. Ostali postupci stabilizacije tla [2]

- Vježbe (auditorne, konstrukcijske):

  1. Uvod, podjela programa
  2. Izbor metode poboljšanja tla
  3. Mehanička stabilizacija [3]
  4. Stabilizacija vapnom [3]
  5. Stabilizacija cementom [3]
  6. Stabilizacija geosinteticima [3]
  7. Predaja programa

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- nazočnost na najmanje 75% predavanja i na 100% vježbi,
- izrada programa,
- izrada seminarskog rada.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena seminarskog rada pisanog i izlaganja); studenti koji ostvare ocjenu seminarskog rada najmanje vrlo dobar oslobađaju se usmenog dijela ispita.
- ocjena programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 30%, seminarski rad 30%, usmeni dio ispita 40%

Popis literature:

1. Babić B., Horvat Z., Građenje i održavanje kolničkih konstrukcija, 1985.
2. Babić, B.: Geosintetici u prometnicama, Građevni godišnjak, HSGI, Zagreb, 1995.
3. Rukavina T.: Bilješke za predavanja
4. Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, IGH, 2001.

ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Vidjeti u poglavlju Smjer Geotehnika.

NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Vidjeti u poglavlju Smjer Geotehnika.

2. godina, 4. semestar

Obvezni kolegiji

GOSPODARENJE KOLNICIMA

Bodovna vrijednost (ECTS): 3

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30

Ciljevi kolegija:

- usvajanje osnovnih znanja o svojstvima kolničkih konstrukcija koja utječu na sigurnost i udobnost prometovanja,
- stjecanje znanja o načinima održavanja kolničkih konstrukcija, metodama i postupcima,
- upoznavanje s osnovama sustava gospodarenja kolnicima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje područja projektiranja i građenja kolničkih konstrukcija,
- poznavanje svojstava građevnih proizvoda koji se koriste pri građenju kolničkih konstrukcija,
- usvojena znanja iz područja geomehanike prometnica.

Ishodi učenja kolegija:

- kroz stečena znanja o bitnim svojstvima kolničkih konstrukcija te njihovim promjenama tokom eksploatacijskog perioda kada se njihova degradacija očituje kroz pojavu različitih tipova oštećenja te načinima njihove sanacije ili popravka, odnosno principima održavanja ili obnove studenti će s razumijevanjem moći aktivno sudjelovati u primjeni sustava gospodarenja kolnicima od pregleda i ocjene stanja pa do konačnog odabira i primjene rješenja,
- sudjelovati u analizama i rješavanju probleme vezanih uz održavanje prometnica s inženjerskog aspekta pri čemu će znati primjenjivati najnovije spoznaje, rješenja i sustave,
- primjenjivati stečena znanja pri kreiranju postavki sustava gospodarenja prometnicama u skladu s svjetskom praksom pri čemu će imati osnovna znanja korištenja jednim od jednostavnijih specijaliziranih softwarea (MicroPAVER),
- pod nadzorom mentora kritički procjenjivati i analizirati te odabirati odgovarajuće načine održavanja prometnica u skladu s postojećom praksom uvažavajući principe racionalnog gospodarenja kolnicima kao jednim od najskupljih elemenata prometnice,
- primjenjivati inženjerski pristup održavanju kolnika koristeći znanja o materijalima, tehnologiji izvedbe konstrukcija u cjelini kao i načinima popravaka oštećenja a koja su stekli kroz predavanja te u okviru vježbi na ostalim kolegijima koji su neposredno povezani s tematikom o kolnicima (Kolničke konstrukcije, Aerodromi, Metode poboljšanja tla),
- sudjelovati u radu timova koji rade na poslovima vezanim uz gospodarenje kolnicima cestovnih prometnica od ocjene njihovog stanja, projektiranja rješenja temeljem dobivenih ocjena te izvođenja radova na njihovom održavanju bilo da se radi o onom redovnom ili o značajnijim radovima u okviru pojačanog održavanja na kreativan način koristeći kroz ovaj predmet stečene vještine komunikacije, pratiti stručnu literaturu te prezentirati stručne

teme vezane uz projektiranje i građenje kolničkih konstrukcija te primjenjivati stečena znanja u daljnjem usavršavanju.

Sadržaj kolegija:

- Predavanja:
  1. Uvod
  2. Osnove sustava gospodarenja kolnicima [2]
  3. Održavanje cesta
  4. Obilježja stanja kolnika (vrste oštećenja, načini prikupljanja podataka o kolnicima, ocjena stanja kolnika na temelju prikupljenih podataka) [2]
  5. Održavanje cesta s asfaltnom kolničkom konstrukcijom [2]
  6. Održavanje betonskih kolnika
  7. Obnova cesta s asfaltnom kolničkom konstrukcijom (pojačanjem, potpunom zamjenom postojeće kolničke konstrukcije, kombinacija pojačanja i potpune zamjene) [2]
  8. Obnova cesta s asfaltnom kolničkom konstrukcijom (pojačanjem, potpunom zamjenom postojeće kolničke konstrukcije, kombinacija pojačanja i potpune zamjene)
  9. Obnova cesta s betonskim kolnikom
  10. Prokopi i ostala oštećenja/popravci nastali uslijed radova na komunalnoj infrastrukturi
  11. Struktura i elementi sustava gospodarenja
  12. Modeli gospodarenja kolnicima (HDM III, sistem dTIMS/VIAPMS, PAVERS)

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja,
- izrada seminarskog rada.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena seminarskog rada (pisanog i izlaganja); studenti koji ostvare ocjenu seminarskog rada najmanje vrlo dobar oslobađaju se usmenog dijela ispita .

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminar 40%, usmeni dio ispita 60%.

Popis literature:

1. Sršen, M.: Održavanje cesta, Građevni godišnjak, HSGI, Zagreb, 2000.
2. Dragčević V., Korlaet Ž., Rukavina T., Katalog oštećenja asfaltnih kolnika, GF, Zagreb, 2004.
3. Keller, M.: Gospodarenje cestovnim kolnicima, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: DANI PROMETNICA 2009, Zagreb, 2009.
4. Rukavina, T.; Ožbolt, M.: Sustav gospodarenja kolnicima - prikupljanje podataka, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: DANI PROMETNICA 2009, Zagreb, 2009.
5. Rukavina T.: Bilješke za predavanja
6. OECD (Scientific Expert Group): Road Maintance Management Systems in Developing Countries, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, 1995

Izborni kolegiji

PROMET U MIROVANJU

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne: 1, konstrukcijske: 14)

Ciljevi kolegija:
- usvajanje teorijskih znanja o projektiranju objekata mirujućeg prometa i njihovog priključenja na prometnu mrežu,
- usvajanje praktičnih znanja o projektiranju objekata mirujućeg prometa i njihovog priključenja na prometnu mrežu.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje rada na računalnim programima za tehničko crtanje.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Prometni sustavi.

Ishodi učenja kolegija:
- sposobnost primjene važećih domaćih i inozemnih smjernica za projektiranje površina i objekata mirujućeg prometa,
- odrediti potrebe, vrstu, tip i veličinu objekata mirujućeg prometa temeljem urbanističko-prometnih potreba,
- sposobnost definiranja postavki načina priključenja objekata mirujućeg prometa na prometnu mrežu i unutarnje organizacije odvijanja prometa,
- sposobnost izrade građevinskih i prometnih projekata parkirnih prometnih površina,
- sposobnost vođenja radova na izgradnji parkirnih prometnih površina.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvodno o kolegiju, Osnovne postavke prometa u mirovanju [2]
  2. Osnovne postavke prometa u mirovanju [2]
  3. Parkirališta za osobne automobile [4]
  4. Parkirališta za motocikle i bicikle [2]
  5. Okretišta [2]
  6. Geometrijsko oblikovanje priključaka na cestovnu mrežu [2]
  7. Grad i promet [2]
  8. Promet u mirovanju u zgradama [2]
  9. Tiplogija prometnih zgrada [2]
  10. Intermodalna čvorišta i promet u mirovanju I (autobus) [2]
  11. Intermodalna čvorišta i promet u mirovanju II (željeznica) [2]
  12. Intermodalna čvorišta i promet u mirovanju III (zračne luke) [2]
  13. Intermodalna čvorišta i promet u mirovanju IV (luke) [2]
  14. Predaja programa i prezentacija [2]
- Vježbe (konstrukcijske i auditorne):

1. Uvod [1]
2. Geometrijsko oblikovanje objekta mirujućeg prometa [8]
3. Definiranje unutarnje organizacije prometa na objektu mirujućeg prometa [4]
4. Tehnički opis [1]
5. Tehnički opis. Predaja programa i prezentacija [1]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 40%, pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 20%.

Popis literature:

1. Eger R. : Parking facilities - scriptum, 2013.
2. AASHTO: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C., 2001.144
3. FGSV: Richtlinien für die Anlagen von Stadtstrassen, Forschungsgeselschaft fur Strassen und Verkehrswesen, Köln, 2006.
4. VSS: Schweizer Norm (SN) Band 4,5 - Entwurf der Verkehrsanlagen, Zürich, 2007.
5. Maletin, M., Andjus, V., Katanić, J.: Tehnička uputstva za projektovanje parkirališta (PGS-P/08), Građevinski centar Beograd, 2010.
6. Maletin, M., Andjus, V., Katanić, J.: Tehnička uputstva za projektovanje lokalne gradske putne mreže (PGS-LM/08), Građevinski centar Beograd, 2010.
7. Hrvatske Norme. HRN U.S4.221-234, Oznake na kolniku, 1980.
8. GIVT mbh Berlin, International Consulting, Planning and Engineering Services for Parking and Traffic Development, http://www.givt.de/index.php/en/
9. S. Bašić, G. Poljanec – Prometne zgrade - interna skripta i separati predavanja
10. E. Neufert – Osnove projektiranja
11. Grawa Sigurd, Urban Transportation Systems: Choices for communities, McGraw-Hill, New York., 2002.
12. Dietrich Klose, Parkhauser und Tiefgaragen Metropolitan Parking structures, Verlag Arthur
13. Niggli, Teufen AR, Schweiz, 1965
14. Otto Sill, Parkbauten, Bauverlag GMBH, Wiesbaden – Berlin, 1968.

ODRŽAVANJE KOLOSIJEKA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o održavanju kolosijeku,
- stjecanje teorijskih znanja o kontroli stanja pruga,
- stjecanje praktičnih znanja o ručnom i strojnom održavanju kolosijeka,
- stjecanje teorijskih znanja o održavanju skretnica,
- stjecanje teorijskih znanja o održavanju donjeg ustroja kolosijeka,
- stjecanje znanja o kontroli i održavanju pružnih građevina.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje tipova kolosiječnih konstrukcija,
- poznavanje načina rada skretnica,
- poznavanje donjeg ustroja kolosijeka.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- položen ispit iz kolegija: Gornji ustroj željeznica.

Uvjeti za polaganje ispita (programska povezanost): kao za upis kolegija.

Ishodi učenja kolegija:
- objasniti sustav održavanja kolosijeka,
- objasniti kontrolu stanja pruga,
- objasniti održavanje gornjeg ustroja kolosijeka,
- objasniti održavanje donjeg ustroja pruge,
- objasniti održavanje skretnica,
- objasniti kontrolu i održavanje željezničkih pružnih građevina,
- objasniti održavanje kolosijeka za velike brzine.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
    1. Opći pojmovi o održavanju pruga
    2. Kontrola stanja pruga: geometrije kolosijeka, tračnica
    3. Kontrola stanja pruga: slobodnog profila, zastorne prizme
    4. Vrste radova na održavanju pruga: redovito održavanje (tekuće, investicijsko), remont kolosijeka
    5. Održavanje gornjeg ustroja pruge: ručno održavanje, strojno održavanje
    6. Održavanje gornjeg ustroja pruge: strojno održavanje
    7. Održavanje kolosijeka za velike brzine
    8. Regeneracija kolosiječnog materijala: tračnica, skretnica, pribora, pragova, zastora
    9. Održavanje skretnica: održavanje prijevodničkog uređaja, održavanje srcišta skretnice
    10. Održavanje donjeg ustroja pruge: planum pruge, tamponski sloj, odvodni jarci
    11. Kontrola stanja željezničkih pružnih građevina: mostova, propusta, tunela, cestovnih prijelaza
    12. Održavanje i obnova željezničkih pružnih građevina
    13. Upravljanje sustavom održavanja željeznica primjenom suvremenih geografskih informacijskih sustava

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- pohađanje predavanja,
- izrada seminara iz tematike održavanja kolosijeka.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:
- ocjenjivanje seminara.

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- ocjena seminarskog rada (pisanog dijela i prezentacije),
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- seminari 60%, usmeni dio ispita 40%

Preporučljiva literatura:
1. Esveld, C.: Modern Railway Track, TU Delft, 2001.
2. Gospodarenje prometnom infrastrukturom, Građevinski fakultet, Zagreb, 2009.
3. Tehnički, ekonomski i ekološki aspekti prometnica, Građevinski fakultet, Zagreb, 2008.

GRADSKE ŽELJEZNICE

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (konstrukcijske): 15

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o održavanju kolosijeku,
- stjecanje teorijskih znanja o kontroli stanja pruga,
- stjecanje praktičnih znanja o ručnom i strojnom održavanju kolosijeka,
- stjecanje teorijskih znanja o održavanju skretnica,
- stjecanje teorijskih znanja o održavanju donjeg ustroja kolosijeka,
- stjecanje znanja o kontroli i održavanju pružnih građevina.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje projektiranja i građenje željeznica,
- poznavanje gornjeg ustroja željeznica,
- poznavanje javnog gradskog prometa.

Uvjeti za upis kolegija:
- položen ispit iz kolegija Projektiranje i građenje željeznica

Ishodi učenja kolegija:
- objasniti ulogu javnog gradskog prometa,
- objasniti tramvajski prometni sustav,
- objasniti metro prometni sustav,
- objasniti sustav lake gradske željeznice,
- objasniti prigradski prometni sustav,
- objasniti vrste kolosiječnih konstrukcija za urbane zone,
- objasniti načine smanjenja buke i vibracija od tračničkog prometa u urbanim sredinama.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Općenito o gradskim željeznicama
  2. Tramvajski kolosijeci
  3. Laka gradska željeznica (LGŽ)
  4. Metro
  5. Prigradska željeznica

6. Vrste tračničkih vozila u urbanoj sredini
7. Vrste kolosiječnih konstrukcija [2]
8. Građenje kolosijeka u urbanim sredinama – tramvaj
9. Građenje kolosijeka u urbanim sredinama – metro
10. Građenje kolosijeka u urbanim sredinama – LGŽ
11. Buka i vibracije od tračničkog prometa u urbanoj sredini
12. Revitalizacija gradske željeznice - planiranje trasa
13. Revitalizacija gradske željeznice - razmještaj stajališta
14. Osnove monitoringa kolosijeka u eksploataciji

- Vježbe (konstrukcijske):
  1. Rekonstrukcija stajališta (produženje, izmještanje, modernizacija) [2]
  2. Idejni projekt pothodnika za potrebe tračničkog prometa u urbanim sredinama [2]
  3. Idejni projekt novih linija tračničkog prometa [3]
  4. Idejni projekt revitalizacije tračničkog prometa u urbanim sredinama [2]
  5. Idejni projekt denivelacije raskrižja cestovnog i tračničkog prometa [2]
  6. Analiza utjecaja tračničkog prometa u urbanim sredinama na razinu buke i intenzitet vibracija [2]
  7. Izrada segmentirane baze podataka o kolosijecima [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 10-20%, pisani dio ispita 30 do 40%, usmeni dio ispita 40 do 50%.

Popis literature:

1. Lakušić, S.: Tramvajski kolosijeci, Građevinski fakultet Zagreb, Zagreb, 2006.
2. Light Rail In Germany, Federal Ministry of Transport, VDV Group, 2000.
3. Garbutt, P.: World metro system.
4. Taplin, M.; Russel, M.: Trams in western Europe, Capital Transport.
5. Bennet, D.: Metro, Octopus Publishing, 2004.
6. Drugi sadržaji http://merlin.srce.hr

GRADSKE PROMETNICE

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (konstrukcijske): 15

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o planiranju, projektiranju i održavanju gradskih prometnica.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnova projektiranja i građenja cesta,
- poznavanje rada u računalnim programima za tehničko crtanje.

Uvjeti za upis kolegija:

- položen ispit iz kolegija: Planiranje i projektiranje cesta

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje osnovnih načela odvijanja prometa u gradovima,
- sposobnost određivanja glavnih značajki prometnih podsustava u gradovima i njihova međusobnog odnosa,
- razumijevanje osnovnih polazišta i preduvjeta za planiranje i projektiranje primarne i sekundarne mreže gradskih prometnica,
- razumijevanje temeljnih voznodinamičkih postavki relevantnih za određivanje horizontalnih, vertikalnih i poprečnih elemenata gradskih prometnica,
- sposobnost odabira tipa i vrste gradskog raskrižja s obzirom na položaj i uvjete u cestovnoj mreži te njegovog dimenzioniranja i geometrijskog oblikovanja,
- stjecanje temeljnih znanja iz područja odvodnje, komunalne i infrastrukturne mreže te prometne signalizacije na gradskim prometnicama,
- sposobnost korištenja projektne dokumentacije pri građenju gradskih prometnica.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Promet i prometnice u gradovima [1]
  2. Gradski prometni podsustavi [1]
  3. Polazišta i preduvjeti za projektiranje gradskih prometnica [1, 2]
  4. Primarna mreža gradskih prometnica – elementi poprečnog presjeka [1, 4]
  5. Primarna mreža gradskih prometnica – tlocrtni i visinski elementi [1, 4]
  6. Sekundarne i posebne prometnice [1]
  7. Projektiranje gradskih raskrižja – raskrižja u razini [3, 4]
  8. Projektiranje gradskih raskrižja – raskrižja izvan razine [3, 4]
  9. Rubnjaci i odvodnja prometnica [1, 3, 4]
  10. Mreže komunalnih instalacija [1]
  11. Prometni znakovi, signalizacija i oprema [1, 4]
  12. Održavanje gradskih prometnica [1]
  13. Studijsko-projektna dokumentacija [1]
  14. Održiva i „pametna” mobilnost u gradovima [4]
- Vježbe (konstrukcijske):
  1. Analiza prostornih planova [4]
  2. Idejno rješenje gradskih prometnica na određenoj lokaciji sukladno Urbanističkom planu uređenja [4]
  3. Idejno rješenje – postojeće stanje, korištenje i namjena površina [4]
  4. Idejno rješenje – uvjeti korištenja, uređenja i zaštite površina, način i uvjeti gradnje [4]
  5. Idejno rješenje – prometna i ulična mreža [4]
  6. Idejno rješenje – komunalna i infrastrukturna mreža [4]
  7. Tehnički opis [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada i predaja programa u zadanom roku.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 10-20%, pisani dio ispita 30 do 40%, usmeni dio ispita 40 do 50%.

Popis literature:

1. Legac, I. Gradske prometnice, Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
2. Maletin, M. Planiranje i projektovanje saobraćajnica u gradovima, ORION-ART, Beograd, 2009.
3. Directives for the Design of Urban Roads - RASt 06, Forschungsgesellschaft für Straßenund Verkehrswesen (FGSV), Germany, 2012.
4. Drugi sadržaji: http://merlin.srce.hr

NUMERIČKO MODELIRANJE KOLOSIJEČNIH KONSTRUKCIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne: 3, konstrukcijske: 12)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje znanja o primjeni računalnih simulacija u projektiranju željeznica korištenjem numeričkih metoda (metoda konačnih elemenata i metoda diskretnih elemenata),
- stjecanje teorijskih znanja o numeričkom modeliranju statičkih sustava u području željeznica, kao i o problemima koji prate tvorbu i proračun numeričkog modela,
- stjecanje znanja o diskretizaciji proračunskog modela za razne numeričke metode,
- stjecanje praktičnih znanja u interpretaciji rezultata proračuna dobivenih proračunom na računalu raznim numeričkim metodama,

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnova gornjeg ustroja željeznica,
- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa (uključujući obične i parcijalne diferencijalne jednadžbe) te linearne algebre,
- Razumijevanje teorijskih osnova varijacijskih postupaka i pojma diskretizacije područja

Ishodi učenja kolegija:

- Primijeniti znanja o metodama konačnih i diskretnih elemenata na procjenu ponašanja željezničke konstrukcije,
- Analizirati utjecaje implementacije elastičnih elemenata na povećanje elastičnosti sustava
- Formulirati probleme međudjelovanja elemenata i prijenosa opterećenja unutar različitih vrsta kolosiječnih konstrukcija,

- Proračunati elemente klasične kolosiječne konstrukcije i kolosiječne konstrukcije na čvrstoj podlozi koristeći specijalizirane računalne programe za proračun naprezanja i deformacija konstrukcija,
- Analizirati i vrednovati rezultate modeliranog ponašanja segmenata kolosiječne konstrukcije, kao i gornjeg ustroja u cjelini,
- Kreirati projekt napona i deformacija kolosiječne konstrukcije sa svim elementima (tračnice, pragovi, kolosiječni pribor, zastorna prizma),
- Argumentirati korake numeričkog modeliranja za pojedini kolosiječni problem

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Elementi proračuna klasične kolosiječne konstrukcije [2]
  2. Smjernice i metode proračuna kolosiječne konstrukcije [2]
  3. Analiza djelovanja na kolosiječnu konstrukciju [2]
  4. Početni i rubni uvjeti [2]
  5. Metoda konačnih elemenata, metoda diskretnih elemenata [2]
  6. Klasična kolosiječna konstrukcija - elementi numeričkog modela [2]
  7. Kolosiječna konstrukcija na krutoj podlozi - elementi numeričkog modela [2]
  8. Eksperimentalna ispitivanja za dobivanje rubnih uvjeta u numeričkom proračunu [2]
  9. Numerički proračun tračnice kao kontinuuma [2]
  10. Numerički proračun kolosiječnih pragova - dimenzioniranje betonskih i drvenih pragova [2]
  11. Numerički model pritiskalice - oblikovanje elemenata pričvrsnog pribora [2]
  12. Numerički model zastorne prizme - dimenzioniranje elemenata [2]
  13. Međudjelovanja elemenata kolosiječne konstrukcije povezanih u cjelinu [2]
  14. Utjecaj temperaturnog djelovanja na ponašanje kolosiječne konstrukcije [2]
  15. Utjecaj ugradnje elastičnih elemenata u kolosiječnu konstrukciju na poboljšanje svojstava elastičnosti kolosijeka [2]
- Vježbe (auditorne, konstrukcijske):
  1. Osnove projektiranja i proračuna [1]
  2. Proračun prometnog opterećenja, određivanje funkcije pobude [1]
  3. Općenito o numeričkom proračunu kolosiječne konstrukcije (FEM, DEM) [1]
  4. Početni i rubni uvjeti numeričkog modela kolosiječne konstrukcije [1]
  5. Kontaktna naprezanja i deformacije. Hertzove formule za kontaktna naprezanja i deformacije [1]
  6. Proračun osnovnih elemenata kolosiječne konstrukcije metodom konačnih elemenata u računalnom programu te usporedba konstrukcije klasičnog kolosijeka i kolosijeka na krutoj podlozi [1]
  7. Provjera naprezanja u tračnicama kolosiječne konstrukcije računalnim programom; savijanje tračnice, koncentracija naprezanja [1]
  8. Provjera naprezanja u pragovima kolosiječne konstrukcije računalnim programom [1]
  9. Provjera naprezanja pričvrsnog pribora kolosiječne konstrukcije računalnim programom [1]
  10. Provjera naprezanja unutar zastorne prizme računalnim programom [1]
  11. Proračun različitih vrsta podloga kolosiječne konstrukcije [1]
  12. Povezivanje elemenata kolosiječne konstrukcije u cjelinu [1]
  13. Proračun slijeganja kolosiječne konstrukcije [1]

14. Modeliranje ponašanja kolosiječne konstrukcije pri temperaturnom djelovanju [1]
15. Modeliranje elastičnih elemenata (elastičnih podloški ispod tračnice, praga, zastora) te njihov utjecaj na promjenu elastičnih svojstava kolosiječne konstrukcije kod objekata (most, vijadukt) [1]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- nazočnost na najmanje 75% predavanja i na 100% vježbi,
- izrada i pozitivna ocjena programa,

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjena programa,

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjena predanog programa (pisanog dijela i prezentacije),
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 60%, usmeni dio ispita 40%

Popis literature:

1. Esveld, C.: Modern Railway Track, Second Edition. MRT Productions, Zaltbommel, 2001.
2. Chapra, S. C.; Canale, R. P.: Numerical Methods for Engineers, McGraw-Hill, Sixth Edition, 2009.
3. Pravilnik o održavanju gornjeg ustroja željezničkih pruga HŽ (Pravilnik 314), (Službeni vjesnik,
br. 20/91)
4. Selig, E., Waters, J. M., Track Geotechnology and Substructure Management, Thomas Telford,
1994.
5. Cundall, P. A., Strack, O. D. L., A disrete numerical model for granular assemblies, Geotechnique, 1979.
6. Sorić, J.: Metoda konačnih elemenata, Golden Marketing, Tehnička knjiga, Zagreb, 2004.

NUMERIČKA MATEMATIKA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

PERSPEKTIVA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

VALOVI I TITRANJA

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

Smjer TEORIJA I MODELIRANJE KONSTRUKCIJA

1. godina, 1. semestar

Obvezni kolegiji

MATEMATIKA 3.

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

MEHANIKA MATERIJALA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne: 4, laboratorijske: 11)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o fizikalno-mehaničkim svojstvima materijala,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o provođenju eksperimenata, sposobnosti analiziranja i primjene rezultata.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa,
- poznavanje mehanike (statike i kinematike),
- razumijevanje pojmova analize naprezanja i deformacija,
- poznavanje proračuna naprezanja i deformacija u elementima opterećenih unutarnjim sila (uzdužnih i poprečnih, momenta torzije i momenta savijanja).

Ishodi učenja kolegija:

- upoznati se s vrstama ispitivanja mehaničkih svojstava materijala, metodama i normama za ispitivanje,
- objasniti strukturu tvari, strukturno osjetljiva i neosjetljiva svojstva, selektivnu i aditivnu teoriju,
- objasniti i interpretirati metode određivanja mehaničkih svojstava materijala,
- objasniti čvrstoću materijala pri cikličkom opterećenju,
- prepoznati značenje reologije i mehanike loma,

  - objasniti pojam tvrdoće materijala i metode ispitivanja,
  - objasniti načine ispitivanja materijala bez razaranja i primijeniti ih,
- primijeniti eksperimentalnu analizu naprezanja i deformacija pri određivanju fizikalno mehaničkih svojstava materijala.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Opća razmatranja. Fenomenologija. Podjela ispitivanja, brzina opterećenja uzoraka materijala. Interpretacija rezultata ispitivanja. Norme (standardi) za ispitivanje. Svojstva materijala koja se ispituju: kemijska, fizikalno-kemijska, fizikalna i mehanička svojstva. Struktura čvrstih materijala. Utjecaj strukture gradiva na mehanička svojstva materijala. Probabilistički karakter mehaničkih svojstava. Strukturna osjetljivost I strukturna neosjetljivost. Selektivna i aditivna teorija [2]
  2. Modeliranje i efekt mjerila. Opterećenje, vrijeme, temperatura. Metodika ispitivanja. Mehanička svojstva materijala pri rastezanju. Dijagram F-Δl. Određivanje vlačne čvrstoće materijala u krhkom stanju. Konvencionalni radni dijagram materijala. Karakteristike deformabilnosti materijala. Duktilni materijali. Krhki materijali [2]
  3. Stvarni radni dijagram materijala. Mehanička svojstva materijala pri opterećenju na pritisak. Shematizacija radnog dijagrama materijala. Elastični materijal, elastoplastični materijal s očvršćenjem, idealno elastoplastični materijal, krutoplastični materijal, krutoplastični materijal s očvršćenjem [2]
  4. Utjecaj raznih čimbenika na ponašanje materijala pod opterećenjem: brzina porasta opterećenja, Bauschingerov efekt, elastična histereza, puzanje, relaksacija naprezanja, utjecaj temperature. Trajna statička čvrstoća. Osnovni tipovi raskida štapa. Vrste opterećenja [2]
  5. Čvrstoća materijala pri dinamičkom opterećenju. Vrste dinamičkog opterećenja. Udarna čvrstoća ili žilavost materijala: Charpyev i Föppplov postupak. Vanjski čimbenici koji utječu na udarnu čvrstoću materijala. Čvrstoća materijala pri ciklički promjenjivom opterećenju. Vrste ciklički promjenjivog opterećenja [2]
  6. Pojava umornosti materijala. Trajna dinamička čvrstoća, vremenska dinamička dinamička čvrstoća. Određivanje dinamičke čvrstoće. Prikaz rezultata ispitivanja. Wohlerov, Smithov, Launhardto-Weyrauchov i Haighov dijagram [2]
  7. Utjecaj raznih čimbenika na trajnu dinamičku čvrstoću. Proračun čvrstoće pri promjenjivom naprezanju. Koeficijent sigurnosti dopuštenog naprezanja. Shematizacija Haighovog dijagrama prema Serensenu i Kinosošviliju. Shematizacija Haighova dijagrama prema Goodmanu. Određivanje trajne dinamičke čvrstoće, koeficijenta sigurnosti i dopuštenih naprezanja [2]
  8. Reologija. Reološka svojstva materijala i reološki modeli. Reološka jednadžba stanja materijala. Princip superpozicije vremena i temperature. Složeni reološki modeli: Kelvinov, Maxwellov i Poynting-Thomsonov model [2]
  9. Ispitivanje savijanjem. Zaostala naprezanja. Ispitivanje plastičnih svojstava: ispitivanje na savijanje, ispitivanje previjanje i ispitivanje žice uvijanjem. Ispitivanje na torziju. Ispitivanje na posmik. [2]
  10. Mehanika loma i čvrstoća materijala. Osnovni oblici razvoja pukotine. Faktor intenziteta naprezanja. Kriteriji loma. Žilavost loma. Osjetljivost materijala na zarez i pukotine [2]

11. Tvrdoća materijala. Martensov postupak, Brinellov postupak, Vickersov postupak, Rockwellov postupak, Shorov postupak i Poldijev postupak, sklerometar. Korelacija tvrdoće i čvrstoće materijala. Ispitivanja bez razaranja [2]
12. Akustički postupci. Određivanje čvrstoće materijala i modula elastičnosti. Primjena ultrazvučne metode u defektoskopiji [2]
13. Ispitivanje rezonantnim titranjem. Uređaji za mjerenje deformacija. Eksperimentalna analiza naprezanja i deformacija. [2]
14. Izbor mjerne baze i dispozicija mjernih mjesta. Interpretacija rezultata ispitivanja [2]
15. Kolokvij

- Vježbe (auditorne):
  1. Umornost materijala. Utjecaj raznih čimbenika na trajnu dinamičku čvrstoću. Proračun čvrstoće pri promjenjivom naprezanju. Koeficijent sigurnosti dopuštenog naprezanja. [2]
  2. Reološka svojstva materijala i reološki modeli. Reološka jednadžba stanja materijala.Umornost materijala [1]
  3. Mehanika loma i čvrstoća materijala. Faktor intenziteta naprezanja. Kriteriji loma. [1]
- Vježbe (laboratorijske):
  1. Određivanje dijagrama pri statičkom i dinamičkom opterećenju. Bauschingerov efekt. Elastična histereza. Puzanje. Relaksacija. [2]
  2. Određivanje vlačne čvrstoće krhkog materijala. Ispitivanje na pritisak. Utjecaj veličine uzorka na čvrstoću materijala. Utjecaj brzine prirasta opterećenja. [2]
  3. Ispitivanje na smicanje. Ispitivanje na savijanje. Ispitivanje žilavosti naizmjeničnim previjanjem. [2]
  4. Ispitivanje žilavosti uvijanjem.
     Udarna čvrstoća po Charpyu i Föpplu.
     Umornost materijala.
     Tvrdoća materijala: Martens, Brinell, Vickers, Rockwell, Poldi, sklerometar. [2]
  5. Mehanika loma [2]
  6. Akustički postupci.
     Određivanje naprezanja u žici. [1]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- 1 kolokvij: treba riješiti najmanje 25%,

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokvij: studenti koji na kolokviju riješe 50% oslobađaju se pisanog dijela ispita,
- aktivno sudjelovanje u nastavi – dodaje se do 5% na bodove kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti minimalno 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokvij ili pisani dio ispita 50%, usmeni dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. J. Krolo, D. Šimić: *Mehanika materijala*, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2011.

2. Šimić, V.: *Otpornost materijala II*, Školska knjiga, Zagreb, 2002.
3. M. Rak, I. Duvnjak, D. Damjanović: Teorija elastičnosti i plastičnosti s metodama rješavanja zadaća, Zagreb, 2020.

Preporučena literatura:

1. Bazjanac, D., *Nauka o čvrstoći,* Tehnička knjiga, Zagreb, 1973.
2. Timošenko, S., *Otpornost materijala II,* Građevinska knjiga, Beograd, 1965.
3. Timošenko, S., *Mechanics of Materials*, Van Hostrand Reinhold Company, New York, 1972.

NELINEARNA STATIKA ŠTAPNIH KONSTRUKCIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne:5, projektantske: 10)

Ciljevi kolegija:

- unaprijediti razumijevanje ponašanja konstrukcija te ograničenja i primjenjivost linearne teorije,
- upoznati studenta s postupcima nelinearnog proračuna štapnih konstrukcija te s razlikama pretpostavki i posljedica linearnih i nelinearnih proračuna.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje linearne statike štapnih konstrukcija: uvjeti ravnoteže vanjskih i unutarnjih sila, geometrija pomaka, teoremi o virtualnom radu.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati različite vrste nelinearnosti: statičku, geometrijsku, materijalnu,
- objasniti uvjete ravnoteže na deformiranom štapu i razlike u odnosu na uvjete ravnoteže na nedeformiranom štapu,
- primijeniti postupke proračuna koji u obzir uzimaju statičku nelinearnost i razumjeti ograničenja i područja primjenjivosti linearnih proračuna,
- razumjeti značenje konstitucijskih funkcija,
- primijeniti postupke proračuna graničnih nosivosti.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Idealizacija kod linearne statike štapnih konstrukcija. Točna teorija geometrije pomaka i ravnoteže na deformiranoj gredi. [2]
2. Odnosi linearne i nelinearne teorije. [2]
3. Diferencijalni odnosi sila i opterećenja kod geometrijske nelinearnosti [6]
4. Jednadžbe ravnoteže čvorova. [2]
5. Nelinearna matrica krutosti. [4]
6. Pojam imperfekcije [2]
7. Proračun P-delta. [2]
8. Proračun kritične sile [2]
9. Fizikalna nelinearnost. Idealizacije kod materijalne nelinearnosti [2]

10. Aproksimacija fizikalno nelinearnih zadaća. [2]
11. Opća bilinearna aproksimacija. [2]
12. Interakcija unutarnjih sila kod fizikalne nelinearnosti. [2]

- Vježbe:

1. Izvodi i rješenja diferencijalnih jednadžbi grede [2]
2. Nelinearna matrica krutosti [3]
3. Inženjerska metoda pomaka [3]
4. Linearizacija proračuna, Proračun P-delta, Proračun kritične sile [3]
5. Idealizacije kod materijalne nelinearnosti. [1]
6. Aproksimacija fizikalno nelinearnih zadaća. [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada zadaća i programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- zadaće i programi uz usmeno obrazloženje.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- zadaće i programi 40%, usmeni ispit 60%.

Obvezna literatura:

1. K. Fresl: *Bilješke i skice s predavanja*, http://master.grad.hr/nastava/gs/nls.
2. M.Meštrović: Nelinearna statika greda i okvira, GF, 2017.

Preporučena literatura:

1. A. L. Nayfeh, P. F. Pai: *Linear and Nonlinear Structural Mechanics*, Wiley, Hoboken, NJ, 2004.
2. E. Rahm: *Stabtragwerke, Teil V, Nichtlineare Verfaren*, Universitaet Stuttgart, 1995.
3. W. Wunderlich, W. D. Pilkey: *Mechanics of Structures. Variational and Computational Methods*, CRC Press, Boca Raton, 2003.
4. T. Belytschko, W. Kam Liu, B. Moran: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley, Chichester, England, 2000.

EKSPERIMENTALNE METODE 1.

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (laboratorijske): 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o primjeni eksperimenta kao osnovne metode istraživanja u tehničkim znanostima,
- upoznavanje sa suvremenom mjernom opremom i metodama u eksperimentalnoj analizi građevinskih materijala, konstrukcijskih elemenata i konstrukcija,
- stjecanje praktičnih znanja o mjeriteljstvu i normama u mjeriteljstvu.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- znanje osnovnih elemenata statistike i teorije vjerojatnosti,
- sposobnost analiziranja podataka i određivanje osnovnih statističkih parametara,
- poznavanje proračuna naprezanja i deformacija uslijed djelovanja uzdužnih i poprečnih sila, momenta torzije i momenta savijanja.

Ishodi učenja kolegija:

- određivanje pogrešaka mjerenja, klase točnosti mjernih instrumenata i mjerne nesigurnosti,
- projektiranje eksperimenta kroz osnovne faze pripreme, provedbe i analize rezultata,
- odabir opreme i metodologije u provedbi eksperimentalnih istraživanja na građevinskim materijalima, elementima i konstrukcijama,
- eksperimentalno određivanje pomaka, relativnih deformacija, kutova zaokreta i osnovnih dinamičkih parametara,
- analiza konstrukcija i konstruktivnih elemenata korištenjem suvremenih eksperimentalnih metoda.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje, povijesni pregled razvoja mjeriteljstva [2]
  2. Međunarodna i hrvatska mjeriteljska infrastruktura, normizacija i norme [2]
  3. Pogreške mjerenja, mjerna nesigurnost, klase točnosti mjernih instrumenata [2]
  4. Mjerenje fizikalnih veličina, mjerni sustavi i njihove osnovne karakteristike [2]
  5. Instrumentarij i metode mjerenja pomaka i kutova zaokreta. [2]
  6. Instrumentarij i metode mjerenja sile, pritiska i temperature [2]
  7. Instrumentarij i metode mjerenja rnih deformacija. [2]
  8. Ispitivanja i metode mjerenja na prototipu i modelima. [2]
  9. Metode mjerenja i provjera ponašanja realnih konstrukcija. [2]
  10. Ispitivanje modela i materijali za izradu modela [2]
  11. Dimenzionalna analiza [2]
  12. Instrumentarij i metode mjerenja pri statičkom i dinamičkom djelovanju opterećenja [2]
  13. Eksperimenti pri dinamičkom djelovanju opterećenja [2]
  14. Eksperimentalno određivanje dinamičkih parametara. [2]
  15. Predaja seminara [2]
- Vježbe (laboratorijske):
  1. Upoznavanje instrumenata i uređaja za ispitivanja u laboratoriju za ispitivanje konstrukcija. [2]
  2. Upoznavanje sa radom na softverima koji se koriste kod uređaja za nanošenje opterećenja. [4]
  3. Priprema modela za ispitivanja pod statičkim djelovanjem opterećenja. [2]
  4. Ispitivanja modela pod statičkim djelovanjem opterećenja. [4]
  5. Priprema konstrukcije u prirodnoj veličini za ispitivanje pod statičkim djelovanjem opterećenja. [2]
  6. Ispitivanje konstrukcije pod statičkim djelovanjem opterećenja. [2]
  7. Priprema modela za ispitivanja pod dinamičkim djelovanjem opterećenja. [2]
  8. Ispitivanja modela pod dinamičkim djelovanjem opterećenja [2]
  9. Određivanje dinamičkih parametara na modelu. [2]

10. Ispitivanje konstrukcije pod dinamičkim djelovanjem opterećenja. [2]
11. Određivanje dinamičkih parametara konstrukcije. [2]
12. Simulacija ispitivanja konstrukcija „in-situ“. [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada seminarskog rada.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje seminarskog rada.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminarski rad 20%, pisani dio ispita 50%, usmeni dio ispita 30%.

Obvezna literatura:

1. D. Damjanović: *Eksperimentalne metode – Bilješke s predavanja*, http://www.grad.unizg.hr/predmet/eksmet1_a
2. J. Krolo, D. Šimić: *Mehanika materijala*, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2011.

Preporučena literatura:

1. A. Kiričenko i sur.: *Mjerenje deformacija i analiza naprezanja konstrukcija*, DIT-Zagreb, Zagreb, 1982.
2. Alfirević, I., Jecić, S.: Fotoelasticimetrija, Liber, Zagreb, 1983.
3. Aničić, D.:Ispitivanje konstrukcija, Građevinski fakultet Svučilišta u Osijeku, Osijek, 2002.
4. Papoulis, A.:Probability, random variables and stohastic processes, McGraw-Hill, Singapore,1987.

METALNE KONSTRUKCIJE 2.

Vidjeti u poglavlju Smjer **Konstrukcije**.

1. godina, 2. semestar

Obvezni kolegiji

TEORIJA ELASTIČNOSTI I PLASTIČNOSTI

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe: 30 (auditorne:20, laboratorijske: 4, projektantske: 6)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o ponašanju realnih deformabilnih tijela pod opterećenjem u elastičnom i plastičnom području,
- stjecanje teorijskih znanja iz područja analize pomaka, deformacija i naprezanja realnih čvrstih tijela,
- stjecanje znanja iz područja analitičkih i numeričkih postupaka analize realnih čvrstih tijela.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa, običnih i parcijalnih diferencijalnih jednadžbi te vektorske i tenzorske analize,
- dobro poznavanje elemenata opće teorijske mehanike i numeričke matematike,
- poznavanje elemenata statike, dinamike i otpornosti materijala.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati odgovarajuću rubnu zadaći teorije elastičnosti i plastičnosti,
- objasniti uvjete ravnoteže i kompatibilnosti u analizi deformacija i naprezanja,
- adekvatno formulirati rubnu zadaću iskazati njeno rješenje preko pomaka i naprezanja,
- odabrati optimalnu metodu rješavanja odgovarajuće rubne zadaće,
- objasniti pojedine metode rješavanja rubnih zadaća u ravnini i prostoru,
- objasniti zakonitosti ponašanja materijala u elastičnom i plastičnom području.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod, podjela i definicija realnog deformabilnog tijela u mehanici kontinuuma. Euklidov vektorski prostor E3 . Baze, metrika prostora i koordinatni sustavi [3]
2. Linearne i homogene transformacije u E3 prostoru. Kovarijantne i kontravarijantne koordinate. Direktno i inverzno preslikavanje unutar baza s istim ishodištem. Definicija tenzora. Opći tenzori. Operacije s tenzorima i njihova svojstva. Diferencijalni operatori u tenzorskom obliku. Stokesov i Gaussov teorem u tenzorskom obliku [3]
3. Modeli deformiranja materijalnog kontinuuma. Materijalne i prostorne koordinate. Lagrangeov i Eulerov pristup problemu deformiranja matrijalnog kontinuuma. [3]
4. Gradijenti deformacija. Gradijenti pomaka. Greenov i Cauchyev metrički tenzor. Tenzori konačnih deformacija prema Lagrangeu i Euleru i geometrijska nelinearnost. [3]
5. Linearizacija tenzora konačnih deformacija i restrikcija na male deformacije. Transformacijska svojstva tenzora deformacija. Svojstvene vrijednosti tenzora malih deformacija. Aditivni rastav malih deformacija i jednadžbe kompatibilnosti. [3]

6. Pojam vanjskih i unutarnjih sila na čvrstom tijelu. Glavni vektor i glavni moment sila. Polje naprezanja u okolini točke deformiranog tijela. Cauchyev tenzor naprezanja i njegova definicija. [3]
7. Statička dopustivost i diferencijalne jednadžbe ravnoteže. Transformacijska svojstva tenzora naprezanja. Svojstvene vrijednosti i dekompozicija tenzora naprezanja [3]
8. Zakoni stanja i termodinamički procesi na realnom čvrstom tijelu. Funkcija energije realnog deformabilnog tijela. Tenzor materijalne krutosti i tenzor materijalne fleksibilnosti čvrstog tijela. Anizotropno, ortotropno i izotropno realno čvrsto tijelo. Lameove i tehničke konstante. [3]
9. Definicija rubnih zadaća u teoriji elastičnosti. Formulacija rješenja rubnih zadaća čvrstog tijela. Iskaz rješenja rubne zadaće po pomacima (Lame-Navier). Iskaz rješenja rubne zadaće po naprezanjima (Beltrami-Michell). [3]
10. Jednadžba virtualnog rada. Energetski principi i teoremi. Princip o minimumu ukupne potencijalne energije deformacije čvrstog deformabilnog tijela. Princip o minimumu ukupne komplementarne energije deformacije čvrstog tijela. Drugi principi i teoremi. [3]
11. Primjena analitičkih i numeričkih postupaka u rješavanju rubnih zadaća teorije elastičnosti. Beskonačni trigonometrijski redovi, varijacijske metode, metode diskretizacije diferencijalnih jednadžbi i metode reziduuma. (Ritzova metoda. Galerkinova metoda. Metoda najmanjih kvadrata. Metoda kolokacija. Metoda konačnih razlika. Metoda konačnih elemenata itd). [3]
12. Stanje ravninske deformacije i ravninskog naprezanja. Rubne zadaće na ravnini i poluravnini u pravokutnim i polarnim koordinatama. Airyeva funkcija. Harmonijska i biharmonijska parcijalna diferencijalna jednadžba kao rješenje ravninskih rubnih zadaća. Harmonijske i biharmonijske funkcije u rješavanju rubnih zadaća teorije elastičnosti i plastičnosti. [3]
13. Potencijalne funkcije. Rubne zadaće na prostoru i poluprostoru (Kelvinov, Boussinessqov i Cerrutiev problem). Torzija ravnog štapa s općim oblikom poprečnog presjeka (St. Venantov problem). Teorija pravokutnih tankih ploča u Cartesievim koordinatama. Teorija kružnih tankih ploča u polarnim koordinatama. [3]
14. Uvod u teoriju plastičnosti i modeli teorije plastičnosti. Osnovni kriteriji tečenja materijala. Pravila popuštanja. Druckerovi postulati o plohi popuštanja materijala. Kriteriji stabilnosti materijala pri popuštanju. Jednadžbe teorije plastičnosti i veza između naprezanja i deformacija u teoriji plastičnosti. [3]
15. Osnove teorije viskoelastičnosti i viskoplastičnosti. Viskoelastični i viskoplastični modeli. Funkcije puzanja i relaksacije. Veza naprezanja i deformacija u teoriji viskoelastičnosti i viskoplastičnosti. [3]

- Vježbe (auditorne):

1. Linearne i homogene transformacije u E3 prostoru. Operacije s tenzorima i njihova svojstva. Transformacijska svojstva tenzora naprezanja. Svojstvene vrijednosti i dekompozicija tenzora naprezanja. [2]
2. Airyeva funkcija ravninskih zadaća u pravokutnim koordinatama. [4]
3. Airyeva funkcija ravninskih zadaća u polarnim koordinatama. [2]
4. Airyeva funkcija ravninskih zadaća [2]
5. Rješenje torzije ravnog štapa s općim poprečnim presjekom i višestruko povezanog područja [2]

6. Torzija ravnog štapa s općim poprečnim presjekom i višestruko povezanog područja [2]
7. Pravokutne tanke ploče u pravokutnim koordinatama. [2]
8. Kružne tanke ploče u polarnim koordinatama. [2]
9. Tanke ploče [2]
10. Ritzova metoda. Galerkinova metoda. [2]
11. Metoda konačnih razlika. [2]
12. Ravninske zadaće [4]
13. Zadaci iz teorije plastičnosti. [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i auditornih vježbi,
- 1. kolokvij: treba riješiti najmanje 25%,
- 2. kolokvij: treba riješiti najmanje 25%,
- samostalna izrada zadaća.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- aktivno sudjelovanje u nastavi – dodaje se do 5% na bodove kolokvija,
- kolokvij 1 i 2: studenti koji riješe najmanje 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita,
- ocjenjivanje zadaća.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti najmanje 50%,
- usmeni ispit,
- ocjenjivanje zadaća.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- zadaće 25%, kolokvij ili pisani dio ispita 50%, usmeni dio ispita 25%.

Obvezna literatura:

1. M. Rak, I. Duvnjak, D. Damjanović: Teorija elastičnosti i plastičnosti s metodama rješavanja zadaća. Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Zagreb 2020.

Preporučena literatura:

1. T. Herman: Teorija elastičnosti i plastičnosti, Element, Zagreb, 2008.
2. I. Alfirević: Linear structural Analysis, Thin-walled Structures, Zagreb, 2006
3. M. H. Saad: Elasticity, Theory, Applications and Numerics, Elsevier, Oxford, 2005
4. I. Alfirević: Uvod u tenzore i mehaniku kontinuuma, Knjiga 6, Golden marketing, Zagreb 2003.
5. J. Brnić: Elastomehanika i plastomehanika, Školska knjiga, Zagreb, 1996. god.
6. Z. Kostrenčić: Teorija elastičnosti, Školska knjiga, Zagreb, 1982.
7. S. Timošenko, J. N. Gudier: Teorija elastičnosti, Građevinska knjiga Beograd, 1962.
8. G.E. Mase: Theory and Problems of Continuum Mechanics, McGrow-Hill Company, 1970.
9. S. Timošenko, J. N. Gudier: Teorija elastičnosti, Građevinska knjiga Beograd, 1962.

DINAMIKA KONSTRUKCIJA I POTRESNO INŽENJERSTVO

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe: 24 (auditorne: 14, konstrukcijske: 4, na računalima: 6)
- seminari: 6

Ciljevi kolegija:

- usvajanje teorijskih znanja o analitičkim i numeričkim postupcima pri određivanju dinamičkih odziva sustava s jednim stupnjem slobode gibanja,
- usvajanje znanja o formulaciji matematičkih modela za dinamički proračun realnih konstrukcija,
- stjecanje praktičnih znanja o osnovama projektiranja i proračuna konstrukcija otpornih na djelovanje potresa.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih postupaka rješavanja diferencijalnih jednadžbi,
- poznavanje osnova inženjerske informatike (upotreba programskih paketa u svrhu provedbe matričnog računa i numeričkih metoda proračuna)),
- razumijevanje postupaka proračuna statički određenih i statički neodređenih konstrukcija.

Ishodi učenja kolegija:

Studenti će moći:

- prepoznati i objasniti probleme vezane uz različita dinamička djelovanja na građevine,
  - primijeniti znanja o postupcima odabira matematičkog modela za dinamički proračun konstrukcije: odabir dinamičkih stupnjeva sloboda, analiza masa, krutosti i fleksibilnosti,
  - usvojiti primjenu znanja iz matematike na rješavanje problema vlastitih oblika i frekvencija,
  - objasniti i usvojiti provođenje postupka proračuna odziva sustava s više stupnjeva slobode na djelovanje poznatog dinamičkog opterećenja,
  - objasniti i provesti spektralni proračun okvira i zgrada na djelovanje potresa,
- primijeniti računalne programe za numerički proračun odziva konstrukcije na djelovanje dinamičkog opterećenja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod u dinamiku konstrukcija. Formulacija problema i postupci rješavanja sustava s jednim stupnjem slobode. [3]
  2. Formulacija sustava s jednim stupnjem slobode: dinamičke karakteristike sustava i titranje sustava bez prigušenja [3]
  3. Prigušenje sustava: model prigušenja u elastičnom i plastičnom području [3]
  4. Dinamička pobuda i odziv sustava s jednim stupnjem slobode na impulsnu, konstantnu, linearnu i harmonijsku pobudu [3]
  5. Pojam spektra odziva, određivanje spektra odziva za zadanu funkciju ubrzanja podloge. [3]
  6. Odziv elastičnog i elastoplastičnog sustava na pobudu potresom [3]
  7. Poopćeni sustav s jednim stupnjem slobode: Rayleighijev kvocijent [3]
  8. Formulacija sustava s više stupnjeva slobode, definiranje statičkih i dinamičkih stupnjeva slobode, statička kondenzacija stupnjeva slobode, određivanje dinamičkih karakteristika sustava [3]

9. Prigušenje u građevinskim konstrukcijama: eksperimentalno određivanje vrijednosti prigušenja, koeficijenti relativnog prigušenja za konstrukcije. [3]
10. Modalna analiza: formulacija i određivanje dinamičkog odziva sustava bez prigušenja i sa prigušenjem [3]
11. Dinamički odziv linearnog sustava s više stupnjeva slobode na harmonijsku pobudu [3]
12. Dinamički odziv linearnog sustava s više stupnjeva slobode na pobudu potresom, numeričke metode proračuna i modalna analiza. [3]
13. Projektiranje konstrukcija otpornih na djelovanje potresa: elastični i projektni spektar, primjena metode spektra odziva na sustav s više stupnjeva slobode, metode kombinacije modalnih maksimuma. [3]
14. Projektiranje konstrukcija otpornih na djelovanje potresa: oblikovanje konstrukcija, utjecaj geometrije, oblika i veličine građevine, pozicije i dimenzija konstrukcijskih elemenata, kriteriji pravilnosti u tlocrtu i po visini. [3]
15. Projektiranje konstrukcija otpornih na djelovanje potresa: Nosivost konstrukcijskih elemenata (zidovi, stupovi, grede, spojne grede) i oblikovanje spojeva, metode pojačanja konstrukcija. [3]

- Vježbe:
  1. Definiranje stupnjeva slobode u dinamici (statički i dinamički stupnjevi slobode sustava). Određivanje krutosti statičkih sustava. Određivanje matrice krutosti i fleksibilnosti. Statička kondenzacija. [2]
  2. Određivanje diferencijalne jednadžbe gibanja sustava s jednim dinamičkim stupnjem slobode. Određivanje frekvencije, perioda i oblika titranja. [2]
  3. Slobodno neprigušeno i prigušeno titranje. Odziv na dinamičku pobudu. Analitičko i numeričko rješenje diferencijalne jednadžbe. Određivanje unutarnjih sila. [2]
  4. Odziv sustava s jednim stupnjem slobode na dinamičku pobudu (potres i spektar). Ekscentrično opterećenje sustava. Određivanje odziva i unutarnjih sila. [2]
  5. Modeliranje sustava s jednim dinamičkim stupnjem slobode. [2]
  6. Poopćeni sustav s jednim stupnjem slobode. Rayleighijev kvocjent. Sustavi s više dinamičkih stupnjeva slobode. Određivanje frekvencija, perioda i vlastitih vektora. Formulacija i rješavanje frekventne jednadžbe. [2]
  7. Izrada programskog zadataka na vježbama (sustavi s jednim dinamičkim stupnjem slobode). [2]
  8. Slobodno titranje sustava s više stupnjeva slobode za zadane početne uvjete. Odziv sustava s više stupnjeva slobode na dinamičku pobudu (modalna analiza). Spektralna analiza. Određivanje unutarnjih sila. [2]
  9. Modeliranje sustava s više dinamičkih stupnjeva slobode. [2]
  10. Seminar: Analiza jednostavne prostorne konstrukcije. Definiranje matrice masa i krutosti (transformacija u globalnu matricu krutosti i obratno). Određivanje vlastitih frekvencija, perioda i vektora. Određivanje odziva sustava za ubrzanje podloge ug(t). Određivanje unutarnjih sila. [2]
  11. Seminar: Propis Eurocode 8 i definiranje dinamičkog djelovanja s obzirom na uvjete tla i lokaciju građevine. Spektralna analiza konstrukcije i određivanje vršnih vrijednosti sila i pomaka. [2]
  12. Modeliranje jednostavne prostorne konstrukcije u programskom paketu Sap2000 [2]
  13. Izrada programskog zadatka (sustavi s više dinamičkih stupnjeva slobode) [2]
  14. Kolokvij
  15. Prezentacija seminara pred nastavnicima i studentima [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programskih zadataka na konstrukcijskim vježbama,
- 1 kolokvij: treba riješiti 25%; popravni kolokvij
- izrađen i prezentiran seminarski rad.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- program,
- aktivno sudjelovanje u nastavi – dodaje se do 5% na bodove kolokvija,
- kolokvij: studenti koji riješe najmanje 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- seminarski rad,
- pisani dio ispita – za prolaz treba riješiti najmanje 55%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program i seminarski rad 30%, kolokvij ili pisani dio ispita 30%, usmeni dio ispita 40%.

Obvezna literatura:

1. Lazarević, D., Šavor Novak, M., Uroš, M.: Dinamika konstrukcija s uvodom u potresno inženjerstvo, (skripta), Katedra za statiku, dinamiku i stabilnost konstrukcija, Zavod za tehničku mehaniku, Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2018, http://www.grad.unizg.hr/_download/repository/DK_skripta%5B2%5D.pdf
2. Lazarević, D., Demšić, M.: Dinamika konstrukcija s uvodom u potresno inženjerstvo, (bilješke i skice s predavanja), Katedra za statiku, dinamiku i stabilnost konstrukcija, Zavod za tehničku mehaniku, Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2020, prvi dio: http://www.grad.unizg.hr/_download/repository/DK1%5B1%5D.pdf, drugi dio: http://www.grad.unizg.hr/_download/repository/DK2%5B1%5D.pdf
3. Potresno inženjerstvo - Obnova zidanih zgrada, ur. Uroš, M.; Todorić, M.; Crnogorac, M.; Atalić, J.; Šavor Novak, M.; Lakušić, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2021.

Preporučena literatura:

1. Chopra, A., Dynamics of Structures, Theory and Application to Earthquake Engineering, 3rd Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2007.
2. Mihanović, A.: Dinamika konstrukcija, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 1995.
3. Čaušević, M.: Dinamika konstrukcija, diskretni sustavi, Školska knjiga, Zagreb, 2005.

METODA KONAČNIH ELEMENATA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 10, projektantske: 20)

Ciljevi kolegija:

- produbljivanje teorijskih znanja o modeliranju konstrukcija za numerički proračun metodom konačnih elemenata,

- stjecanje praktičnih znanja o proračunu konstrukcije metodom konačnih elemenata,
- stjecanje znanja o diskretizaciji proračunskog modela za metodu konačnih elemenata,
- stjecanje praktičnih znanja u interpretaciji rezultata proračuna dobivenih proračunom na računalu metodom konačnih elemenata.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- razumijevanje osnovnih jednadžbi teorije elastičnosti,
- poznavanje matematičkih modela fizikalnih pojava iz područja teorije elastičnosti,
- poznavanje metode pomaka,
- razumijevanje pojma virtualnog rada i teorijskih osnova varijacijskih postupaka,
- osnovne matematičke spoznaje iz područja običnih i parcijalnih diferencijalnih jednadžbi.

Ishodi učenja kolegija:

- primijeniti metodu konačnih elemenata na proračun konstrukcija,
- objasniti teorijske osnove proračuna metodom konačnih elemenata,
- objasniti proračunski model konstrukcije za proračun konstrukcije metodom konačnih elemenata,
- interpretirati proračunske procedure za proračun konstrukcije metodom konačnih elemenata,
- interpretirati rezultate proračuna metodom konačnih elemenata.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
- Predavanja:
  1. Osnovne jednadžbe teorije elastičnosti, Varijacijska formulacija, Numerička integracija, Rješavanje sustava jednadžbi, Optimizacija diskretizacije područja, Generiranje mreže konačnih elemenata [4]
  2. 1D konačni elementi [2]
  3. Gredni konačni elementi, Primjena na okvirne konstrukcije [4]
  4. Gredni konačni elementi prema Timošenkovoj teoriji savijanja [4]
  5. Primjena MKE na okvirne ravninske nosače (zidove) [4]
  6. Konačni elementi za ploče [4]
  7. Konačni elementi za teoriju elastičnosti II. reda [4]
  8. Konačni elementi za nelinearni proračun [2]
  9. Ocjena pogreške MKE. Matematička formulacija MKE. [2]
- Vježbe:
  1. Osnovne jednadžbe teorije elastičnosti u analizi konstrukcija [2]
  2. Numerička integracija [2]
  3. Rješavanje sustava linearnih jednadžbi [2]
  4. Proračun elementarne matrice krutosti grednog elementa [2]
  5. Gredni i okvirni nosač [4]
  6. Gredni konačni elementi prema Timošenkovoj teoriji savijanja [4]
  7. Proračun elementarne matrice krutosti za zidne konačne elemente [4]
  8. Proračun zidnih nosača [2]
  9. Proračun elementarne matrice krutosti za ploče [4]
  10. Proračun ploče [2]
  11. Proračun kritične sile [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,

- izrada zadataka tijekom semestra koji čine zbirni seminarski rad.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:
- ocjenjivanje zadataka.

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- završna ocjena zadataka u seminarskom radu,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- seminarski rad 60%, usmeni dio ispita 40%.

Obvezna literatura:
1. M. Meštrović: MKE – *skripta*, http://www.grad.hr/kolegiji/mke
2. Sorić: *Metoda konačnih elemenata*, Golden Marketing – Tehnička knjiga, 2004.
3. Kraetzig, Basar: *Tragwerke 3, Theorie und Anwendung der Methode der Finiten Elemente*, Springer, 1997.
4. Werkle: *Finite Elemente in der Baustatik*, Vieweg, 1995.
5. Hughes: *The Finite Element Method*: Linear Static and Dynamic Analysis, Dover, 2000.
6. Hartmann, Katz: *Statik mit finiten Elementen*, Springer, 2002.
7. Cook, Malkus, Plesha, Witt: *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, Wiley & Sons, 2001.

TEORIJA KOMPOZITA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne:9, na računalima: 6)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o proizvodnji, vrstama i svojstvima kompozita koji se koriste u graditeljstvu,
- stjecanje praktičnih znanja o primjeni, projektiranju i kontroli kvalitete kompozita koji se koriste u graditeljstvu.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje osnovnih pojmova i zakonitosti iz otpornosti materijala.

Ishodi učenja kolegija:
- upoznati različite vrste kompozita te njihova svojstva i procese proizvodnje,
- primijeniti teorijske i eksperimentalne podloge za dimenzioniranje kompozita s naglaskom na polimerne kompozite,
- usvojiti primjere primjene polimernih kompozita u graditeljstvu,
- usvojiti postupak kontrole kvalitete i potvrđivanja građevinskog proizvoda na primjeru konstrukcijskih ležajeva.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Uvod; Općenito o kompozitima; Matrice i ojačala [3]

2. Proizvodnja polimernih kompozita [3]
3. Svojstva polimernih kompozita [3]
4. Primjena polimernih kompozita u graditeljstvu [3]
5. Polimerni materijali ojačani vlaknima (FRP materijali) [3]
6. Makromehanika kompozitnog sloja [6]
7. Mikromehanika kompozitnog sloja [3]
8. Višeslojni kompoziti; Teorija laminata [3]
9. Kriteriji popuštanja kod višeslojnih kompozita [3]

- Vježbe:
  1. Mikromehanika kompozita [2]
  2. Makromehanika kompozitnog sloja [2]
  3. Teorija laminata kod višeslojnih kompozita [3]
  4. Kriteriji popuštanja za kompozite [1]
  5. FRP materijali u računalnom programu Abaqus [6]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja najmanje 75% te pohađanje auditornih i računalnih vježbi 100%,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25%.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 50% (u ukupnoj sumi najmanje 60%) te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave oslobađaju se pisanog ispita,
- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 50% (u ukupnoj sumi najmanje 70%) te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave oslobađaju se pisanog i usmenog ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za prolaz treba riješiti najmanje 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- pisani dio ispita 60%, usmeni ispit 40%.

Obvezna literatura:

1. Šimunić, Ž.: *Polimeri u graditeljstvu*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2006.

Preporučena literatura:

1. Kollár, L. P.; Springer, G. S.: *Mechanics of Composite Structures*, Cambridge University Press, 2003.
2. Kaw, A. K.: *Mechanics of Composite Materials*, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006.

BETONSKE I ZIDANE KONSTRUKCIJE 2.

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (projektantske: 9, konstrukcijske: 6)

Ciljevi kolegija:

- proširenje teorijskih znanja o dimenzioniranju armiranobetonskih i zidanih elemenata i konstrukcija,
- proširenje praktičnih znanja o dimenzioniranju armiranobetonskih i zidanih elemenata i konstrukcija, te izradi složenijih proračuna istih.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- teorijska i praktična znanja o osnovama dimenzioniranja armiranobetonskih i zidanih elemenata i konstrukcija.

Ishodi učenja kolegija:

- studenti imaju znanje i vještine potrebne za projektiranje konstrukcijskih elemenata armiranobetonskih i zidanih konstrukcija,
- studenti imaju znanje i vještine potrebne za primjenu osnovnih principa konceptualnog projektiranja,
- studenti znaju analizirati ponašanje konstrukcijskih elemenata i nosivih sustava armiranobetonskih i zidanih konstrukcija i dimenzionirati ih prema graničnim stanjima nosivosti i uporabljivosti,
- studenti imaju sposobnost analiziranja konstrukcijskih elemenata armiranobetonskih i zidanih konstrukcija rabeći suvremene metode i kriterije europskih normi.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Konstruktivne pojedinosti zida. Zidanje. [2]
2. Zidane građevine u seizmičkim područjima. [6]
3. Jednostavna pravila projektiranja zidanih zgrada. [2]
4. Pojačanje zida. [2]
5. Kolokvij br. 1 iz Zidanih konstrukcija. [2]
6. Granična stanja uporabljivosti. Granična stanja naprezanja. Granična stanja pojave pukotina. Granična stanja širine pukotina. [2]
7. Granična stanja uporabljivosti. Granično stanje progibanja. Proračunski primjer [2]
8. Kolokvij br. 2. iz Betonskih konstrukcija. [2]
9. Proboj [2]
10. Torzija armiranobetonskih presjeka. [2]
11. Grede promjenljive visine. Spoj ploče i grede. [2]
12. Vitki stupovi. Dvoosno savijanje. [2]
13. Zidni nosači. Zidovi. Temelji. [2]

- Vježbe:

1. Upoznavanje s programom vježbi, zadatkom i načinom njegove izrade. Definiranje nosive konstrukcije predmetne građevine i analiza utjecaja na konstrukciju te označavanje predmetnih pozicija koje je potrebno izračunati (auditorne) [1]
2. Proračun Fert stropa te armiranobetonske grede krovišta. [1]
3. Proračun stubišta s razradom načina armiranja. [1]
4. Predaja dijela programa. [1]
5. Proračun armiranobetonske ploče karakterističnog kata, nosive u dva smjera. Modeliranje ploče pomoću računalnih programa. Razrada detalja armiranja stropova i spoja sa serklažima. [1]
6. Proračun greda na stropu karakterističnog kata. [1]
7. Predaja dijela programa. [1]

8. Proračun zida na vertikalno opterećenje i horizontalno opterećenje uslijed pritiska vjetra okomito na zid. [2]
9. Predaja dijela programa. [1]
10. Proračun ab zida podruma [1]
11. Predaja dijela programa. [1]
12. Proračun trakastih temelja [1]
13. Predaja programa. [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba riješiti najmanje 25%; dva popravna kolokvija.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra: (kolokviji, zadaće, programi)

- ocjenjivanje programa,
- kolokviji: ostvareni bodovi iz kolokvija uračunavaju se u ocjenu pisanog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 15%, pisani dio ispita (uključujući i kolokvij) 60%, usmeni dio ispita 25%.

Obvezna literatura:

1. Sorić, Z., Kišiček, T.: "Betonske konstrukcije 2", Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Sveučilišni udžbenik, Zagreb, 2018.
2. Sorić, Z., Kišiček, T.: "Betonske konstrukcije 1", Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Sveučilišni udžbenik, Zagreb, 2014. ISBN 978-953-6272-75-4
3. Sorić, Z.: "Zidane konstrukcije", Sveučilišni udžbenik, vlastita naklada, Zagreb, 2016.
4. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (2017)
5. Hrvatske norme niza HRN EN 1996, norme za zidane konstrukcije (Eurokod 6)
6. Hrvatske norme niza HRN EN 1991, norme za opterećenja konstrukcija (Eurokod 1)
7. Hrvatske norme niza HRN EN 1992, norme za betonske konstrukcije (Eurokod 2)

2. godina, 3. semestar

Obvezni kolegiji

PLOŠNI NOSAČI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (projektantske): 26
- seminar: 4

Ciljevi kolegija:
- stjecanje teorijskih znanja o numeričkom modeliranju prostornih statičkih sustava ali i o problemima koji prate tvorbu i proračun numeričkog modela,
- stjecanje praktičnih znanja o principima nosivosti prostornih, ponajprije plošnih statičkih sustava.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa (uključujući obične i parcijalne diferencijalne jednadžbe) te linearne algebre,
- poznavanje osnovnih analitičkih i numeričkih postupaka linearnog proračuna štapnih konstrukcija,
7. razumijevanje temeljnih sastavnica rubnog problema (kontinuuma, geometrijskih jednadžbi, uvjeta ravnoteže, zakona ponašanja i rubnih uvjeta).

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Betonske i zidane konstrukcije 2., Teorija elastičnosti i plastičnosti.

Ishodi učenja kolegija:

Studenti će nakon uspješno savladanog kolegija moći:
- primijeniti principe više tehničke mehanike i mehanike kontinuuma,
- primijeniti znanje iz tehničke i inženjerske informatike,
- objasniti principe nosivosti prostornih konstrukcija,
- osmisliti prostorni statički sustav većeg raspona,
- sprovesti postupke proračuna konstrukcije,
- izraditi dobar numerički model konstrukcije,
- analizirati rezultate proračuna konstrukcije,
- pratiti znanstvenu i stručnu literaturu iz područja proračuna konstrukcija,

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Konstruktorska ostvarenja i principi projektiranja kroz povijest [2]
  2. Matematički model konstrukcije – skup nužnih aproksimacija [2]
  3. Metode rješavanja rubnog problema [2]
  4. Podmodeli [2]
  5. Pristupi proračunu konstrukcija prije metode konačnih elemenata [2]

6. Kontrola numeričkih proračuna [2]
7. Neki problemi metode konačnih elemenata [2]
8. Pogreške pri tvorbi i proračunu numeričkih modela [2]
9. Kinematička ograničenja [2]
10. Roštilji [2]
11. Ploče [2]
12. Zidni nosači [2]
13. Složenice [2]
14. Ljuske [2]
15. Prostorne konstrukcije stadiona [2]

- Vježbe (projektantske):
  1. Modeliranje štapnih elemenata [2]
  2. Tipovi plošnih elemenata u modelima [2]
  3. Modeliranje volumnih (prostornih) elemenata [2]
  4. Primjena štapnih i/ili plošnih i/ili volumnih elemenata [2]
  5. Modeliranje zidnih nosača [2]
  6. Interakcija s tlom [2]
  7. Modeliranje volumnih (prostornih) elemenata [2]
  8. Modeliranje složenica [2]
  9. Modeliranje kupola [2]
  10. Modeliranje silosa [2]
  11. Analiza primjera iz prakse [2]
  12. Projekt konstrukcije [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada zadaća,
- izrada 1. seminara

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje zadaća,
- ocjenjivanje 1. seminara.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- ocjenjivanje 2. seminara
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- zadaće 10%,
- 1. i 2. seminar 40 %,
- usmeni dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. Lazarević, D.; Atalić, J.: Plošni nosači. Bilješke s predavanja, http://www.grad.unizg.hr/predmet/plonos/predavanja
2. Dvornik, J.; Lazarević, D.; Bićanić, N.: O načelima i postupcima proračuna građevinskih konstrukcija, Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Zagreb, 2019.
3. Timošenko, S.; Woinowsky–Krieger, S.: *Teorija ploča i ljuski*, Građevinska knjiga, Beograd, 1962.
4. Girkman, K.: *Površinski sistemi nosača*, Građevinska knjiga, Beograd, 1965.

5. Salvadori, M.: *Nosive konstrukcije u arhitekturi*, UPI-2M, Zagreb, 1995.
6. Senjanović, I.: *Teorija ploča i ljuski*, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1973.

Preporučena literatura:

1. Sorić, J.: *Metoda konačnih elemenata*, Golden Marketing, Tehnička knjiga, Zagreb, 2004.
2. Gordon, J. E.: *Structures, or why things don't fall down*, Da Capo Press, Inc, New York 1978.
3. Gordon, J. E.: *The New Science of Strong Materials, or Why You Don't Fall through the Floor*, second edition, Princeton University Press, Princeton, 1988.

ISPITIVANJE KONSTRUKCIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (laboratorijske): 30

Ciljevi kolegija:

- produbljivanje teorijskih i praktičnih znanja o ponašanju konstrukcija pod realnim djelovanjima opterećenja,
- upoznavanje sa suvremenom mjernom opremom i metodama u području ispitivanja građevinskih konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje postupaka za određivanje sila u konstrukcijama,
- poznavanje proračuna naprezanja i deformacija uslijed djelovanja uzdužnih i poprečnih sila, momenta torzije i momenta savijanja,
- poznavanje osnovnih postupaka za analizu i dimenzioniranje konstrukcija (betonskih, metalnih, drvenih).

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Eksperimentalne metode 1.

Ishodi učenja kolegija:

- analiziranje ponašanja konstrukcijskih elemenata i nosivih sustava na temelju provedenih ispitivanja,
- razumijevanje ponašanja konstrukcija pri statičkom i dinamičkom djelovanju opterećenja, utjecajima okoline i reološkim promjenama u materijalu,
- odabir i primjena opreme, postupaka i metoda kod ispitivanja konstrukcija,
- planiranje postupaka za dokazivanje sigurnosti konstrukcija,
- ocjena stanja konstrukcija i konstruktivnih elemenata temeljenih na provedenim ispitivanjima,
- dokazivanje sposobnosti konstrukcija i konstruktivnih elemenata za preuzimanje predviđenih opterećenja,
- korištenje i primjena normi iz područja ispitivanja građevinskih materijala, elemenata konstrukcija i konstrukcija.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod. Svrha ispitivanja konstrukcija. Klasifikacija ispitivanja. Znanstveno-istraživačka. Kontrolna. Laboratorijska. Statička i dinamička. Kratkotrajna i dugotrajna [2]
2. Mehaničke i geometrijske veličine koje se mjere pri ispitivanju konstrukcija. Apsolutni pomak točke konstrukcije. Promjena razmaka točaka konstrukcije (deformacija). Kut zaokreta. Zakrivljenost. Relativne deformacije [2]
3. Mjerenje mehaničkih i geometrijskih veličina. Elementi pribora. Uvećanje. Točnost. Pouzdanost. Histereza. Osjetljivost. Područje mjerenja [2]
4. Mjerenje mehaničkih i geometrijskih veličina. Pribor za mjerenje: pomaka, promjene dužine (tenzometri), promjene kuta, promjene zakrivljenosti. Baždarenje pribora [2]
5. Tenzometrija. Podjela tipova tenzometara: mehanički, optičko-mehanički, optički, akustički, električki [2]
6. Elektrootporni tenzometri (EOT). Tipovi. Način postavljanja i priključivanja. Sklopovi mjernih instrumenata. Izrada pomoćnih uređaja za mjerenje pomaka, ubrzanja, sila pritiska i sl. [2]
7. Analiza ravninskog stanja naprezanja mjerenjem deformacija. Jednoosno stanje naprezanja. Dvoosno stanje naprezanja. Dvoosno stanje naprezanja s poznatim glavnim smjerovima naprezanja. Opće dvoosno stanje naprezanja. Rozete. Troosno stanje deformacija i naprezanja [2]
8. Metode analize stanja deformacija i naprezanja konstrukcija i njihovih elemenata. Fotoelasticimetrija. Metoda Moire. Postupak s krhkim lakovima [2]
9. Metode analize stanja deformacija i naprezanja konstrukcija i njihovih elemenata. Holografske metode. Geodetska mjerenja. Modeliranje [2]
10. Postupci provjere materijala i karakteristike ispitivane konstrukcije. Vađenje jezgri. Ultrazvuk. Sklerometar. Radiografsko snimanje [2]
11. Statičko ispitivanje konstrukcija. Projekt. Izvođenje [2]
12. Statičko ispitivanje konstrukcija. Način opterećenja. Ocjena rezultata. Normativi i uvjeti valjanosti konstrukcije [2]
13. Dinamičko ispitivanje. Projekt. Izvođenje. Način opterećenja i veličine koje se mjere [2]
14. Dinamičko ispitivanje. Dinamički parametri konstrukcija. Ocjena rezultata mjerenja [2]
15. Predaja seminara s pregledom, rezultatima i analizom provedenih laboratorijskih ispitivanja. [2g

- Vježbe (laboratorijske):
  1. Mjerenje iste veličine prijenosnim komparatorom (određivanje točnosti instrumenta). Baždarenje doze za mjerenje sile (određivanje konstante instrumenta). Baždarenje induktivnog osjetila (LVDT) za mjerenje pomaka (određivanje konstante instrumenta) [4]
  2. Mjerenje deformacija i progiba na modelu rešetke [2]
  3. Mjerenje deformacija i progiba na modelu stijene s otvorima [2]
  4. Metoda fotoelastičnosti [2]
  5. Prikaz i opis instrumenata za statička i dinamička ispitivanja. [2]
  6. Mjerenje vibracija [2]
  7. Određivanje dinamičkih parametara (vlastitih frekvencija, koeficijenata prigušenja i modalnih oblika) na modelima i konstrukcijama. [2]
  8. Opis i prikaz primjera ispitivanja konstrukcija u Laboratoriju te obrada i analiza podataka. [14]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,

- izrada seminarskog rada.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje seminarskog rada.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 50%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminarski rad 40%, pisani dio ispita 30%, usmeni dio ispita 30%.

Obvezna literatura:

1. Damjanović, D. : Ispitivanje konstrukcija, Skripta, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2017.
2. A. Kiričenko i sur.: *Mjerenje deformacija i analiza naprezanja konstrukcija*, DIT-Zagreb, Zagreb, 1982.
3. D. Aničić: *Ispitivanje konstrukcija*, Osijek 2002.

Preporučena literatura:

1. J. Krolo, D. Šimić: *Mehanika materijala*, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2011.
2. I. Alfirević, S. Jecić: *Fotoelasticimetrija*, Liber, Zagreb, 1983.
3. V. Brčić, R. Čukić: *Eksperimentalne metode u projektiranju konstrukcija*, Građ. knjiga, Beograd, 1988.
4. Papoulis, A.: Probability, random variables and stohastic processes, McGraw-Hill, Singapore, 1987.
7. Rohrbach, C.: Handbuch für experimentelle Spanungsanalyse, VDI, Düsseldorf, 1989.
8. Helstrom, C. W.: Probability and stohastic processes for engineers, Macmilan, New York, 1984.

TEORIJA STABILNOSTI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 26 (auditorne: 18, na računalima: 8)
- seminari: 4

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o problemima stabilnosti statičkih sustava,
- stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o metodama nelinearnih proračuna,
- osposobljavanje za lakše tumačenje propisa iz područja stabilnosti konstrukcija.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa, osnova numeričkih metoda i linearne algebre,
- poznavanje teorije linearne i slabo nelinearne statike konstrukcija i otpornosti materijala,
- poznavanje osnovnih principa programiranja.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati karakteristična stanja ravnoteže konstrukcije,
- klasificirati statički sustav prema poslijekritičnom ponašanju,
- izraditi dobar numerički model konstrukcije za proračun stabilnosti,
- provesti složenije proračune stabilnosti konstrukcija,
- prepoznati probleme tijekom provedbe nelinearnih proračuna i odabrati prikladan postupak svladavanja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Osnovno o fenomenu stabilnosti i uvod u problematiku [2]
2. Stabilnost krutih tijela povezanih oprugama - četiri osnovna primjera bez imperfekcija - točna geometrija pomaka [2g
3. Početno poslijekritično ponašanje - Koiterova podjela i linearizacija problema [2]
4. Utjecaj geometrijske imperfekcije na stabilnost - točna geometrija pomaka [2]
5. Utjecaj plastičnog pupuštanja na gubitak stabilnosti [2]
6. Sustavi s više stupnjeva slobode - točna geometrija pomaka - ocjena poslijekritičnog ponašanja [2]
7. Teorija II. reda i linearizacija problema stabilnosti [2]
8. Numeričke metode za rješavanje problema stabilnosti - Newton Raphson, metoda duljine luka [2]
9. Štapni podmodeli - točna geometrija pomaka [2]
10. Štapni podmodeli - nerastezljiva Bernoulli - Eulerova greda [2]
11. Štapni podmodeli -klasično rješenje problema - grede i okviri [2]
12. Problem gubitka stabilnosti lukova [2]
13. Problem gubitka stabilnosti tankih elastičnih ploča [2]
14. Problem gubitka stabilnosti ljusaka [2]
15. Gubitak stabilnosti konstrukcija u plastičnom području [2]

- Vježbe:

1. Primjeri proračuna gubitka stabilnosti na osnovnim mehaničkim modelima [2]
2. Numeričke metode rješavanja osnovnih problema stabilnosti na računalu [2]
3. Primjeri proračuna gubitka stabilnosti na elastičnim sustavima – stupovi, grede, okviri [6]
4. Rješavanja problema stabilnosti stupova, greda i okvira na računalu [2]
5. Numeričke metode za savladavanje nelinearnih problema - metoda Newton Raphson i metoda duljine luka [2]
6. Primjeri proračuna gubitka stabilnosti na elastičnim sustavima - lukovi i ostali ravninski statički sustavi [2]
7. Korištenje programa na osnovi metode konačnih elemenata za proračun gubitka stabilnosti - izrada seminara [2]
8. Rješavanje problema stabilnosti korištenjem energetskih metoda i primjeri gubitka stabilnosti u plastičnom području [2]
9. Analitičko i numeričko rješenje ravninskih sustava uz utjecaj imperfekcija [2]
10. Izrada seminarskih zadataka u programu SAP2000 - definiranje imperfekcije i plastičnog popuštanja [2]
11. Primjena Europskih propisa za proračun stabilnosti. Primjeri bočno torzijskog izbočavanja otvorenih profila [2]

- Seminari:

1. Proračun stabilnosti konstrukcije i analiza osjetljivosti na imperfekciju [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programa,
- izrada seminara.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa,
- ocjenjivanje seminara.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- prezentacija seminara,
- pismeni ispit,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- program 20%, seminar 30%, usmeni ispit 50%.

Obvezna literatura:

1. Lazarević, D., Uroš, M; Teorija Stabilnosti s uvodom u stabilnost konstrukcija, Građevinski fakultet u Zagrebu, skripta, 2015.
2. Timošenko, S. P.: *Teorija elastične stabilnosti*, Građevinska knjiga, Beograd, 1959.
3. Mihanović, A.: *Stabilnost konstrukcija*, DHGK, 1993.
4. Bažant, Z. B.: *Stability of structures – Elastic, inelastic, fracture and damage theories*, Dover publications, Inc.,New York, 1991.

Preporučena literatura:

1. Jones, R. M.: *Buckling of bars, plates, and shells*, Bull Ridge Publishing, Virginia, 2006.
2. Mehdi, F.: *Stability of structures*, Elsevier Science B.V., Amsterdam, 1994.

Izborni kolegiji

METODE TEORIJE ELASTIČNOSTI I PLASTIČNOSTI

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne: 10, projektantske: 5)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o ponašanju realnih deformabilnih tijela pod opterećenjem u elastičnom i plastičnom području,
- stjecanje teorijskih znanja iz područja analize pomaka, deformacija i naprezanja realnih čvrstih tijela,
- stjecanje znanja iz područja analitičkih i numeričkih postupaka analize realnih čvrstih tijela.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa, običnih i parcijalnih diferencijalnih jednadžbi te vektorske i tenzorske analize,

- dobro poznavanje elemenata opće teorijske mehanike i numeričke matematike,
- poznavanje elemenata statike, dinamike i otpornosti materijala.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):

- potpis iz kolegija: Teorija elastičnosti i plastičnosti.

Uvjeti za polaganje ispita (programska povezanost):

- položen ispit iz kolegija: Teorija elastičnosti i plastičnosti.

Ishodi učenja kolegija:

- prepoznati odgovarajuću rubnu zadaći teorije elastičnosti i plastičnosti,
- adekvatno formulirati rubnu zadaću iskazati njeno rješenje preko pomaka i naprezanja,
- objasniti analitičke i numeričke postupke u teoriji elastičnosti i plastičnosti,
- odabrati optimalnu metodu rješavanja odgovarajuće rubne zadaće,
- primijeniti pojedine metode rješavanja rubnih zadaća u ravnini i prostoru.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod. Tenzori i vektori. Operacije s tenzorima i vektorima i njihova svojstva. Diferencijalni operatori u tenzorskom obliku. Stokesov i Gaussov teorem u tenzorskom obliku. [2]
2. Linearizacija tenzora konačnih deformacija i restrikcija na male deformacije. Svojstva tenzora malih deformacija [2g
3. Pojam vanjskih i unutarnjih sila na čvrstom tijelu. Polje naprezanja i deformacija u okolini točke deformiranog tijela. Cauchyev tenzor naprezanja i njegova definicija. [2]
4. Diferencijalne jednadžbe ravnoteže. Svojstvene vrijednosti i dekompozicija tenzora naprezanja. [2]
5. Definicija rubnih zadaća. Formulacija rješenja rubne zadaće čvrstog tijela. Iskaz rješenja rubne zadaće po pomacima (Lame-Navier). Iskaz rješenja rubne zadaće po naprezanjima (Beltrami-Michell) [2]
6. Energetski principi i teoremi. Princip o minimumu ukupne potencijalne i komplementarne energije deformacije čvrstog deformabilnog tijela. [2]
7. Primjena analitičkih i numeričkih postupaka u rješavanju rubnih zadaća teorije elastičnosti. [2]
8. 1. kolokvij
9. Beskonačni trigonometrijski redovi, primjena kompleksne varjable, Greenova funkcija, varijacijske metode, metode diskretizacije diferencijalnih jednadžbi i metode reziduuma. (Ritzova metoda. Galerkinova metoda. Metoda najmanjihn kvadrata. Metoda kolokacija. Metoda konačnih razlika. Metoda konačnih elemenata itd) [2]
10. Rubne zadaće na ravnini i poluravnini u pravokutnim i polarnim koordinatama. Airyeva funkcija. Harmonijska i biharmonijska parcijalna diferencijalna jednadžba kao rješenje ravninskih rubnih zadaća. [2]
11. Harmonijske i biharmonijske funkcije u rješavanju rubnih zadaća teorije elastičnosti i plastičnosti [2]
12. Potencijalne funkcije u teoriji elastičnosti i plastičnosti. Rubne zadaće na prostoru i poluprostoru (Kelvinov, Boussinessqov i Cerrutiev problem). [2]
13. Torzija ravnog štapa s općim oblikom poprečnog presjeka (St. Venantov problem). [2]
14. Teorija pravokutnih tankih ploča u Cartesievim koordinatama. Teorija kružnih tankih ploča u polarnim koordinatama. [2]
15. 2. kolokvij

- Vježbe:

1. Primjena analitičkih i numeričkih postupaka u riješavanju rubnih zadaća teorije elastičnosti. [2]
2. Rješavanje zadaća primjenom rezidualnih i energetskih metoda (Ritzova metoda, Galerkinova metoda, metoda najmanjih kvadrata, metoda kolokacija itd). [2]
3. Metode diskretacije (konačne razlike, konačni elementi, rubni elementi itd). [2]
4. Primjena Airyeve funkcije ravninskih zadaća u pravokutnim i polarnim koordinatama. Primjena beskonačnih redova i kompleksne varjable u rješavanju rubnih zadaća. [2]
5. Potencijalne funkcije prostornih zadaća. Rješenja na prostoru i poluprostoru [2]
6. Zadatci teorije plastičnosti. Plastična anliza greda i okvira [1]
7. Zadatci teorije plastičnosti. Mehanizmi, pomaci ravninskih okvira, granična analiza prostornih okvira, granična analiza ploča [2]
8. Zadatci teorije plastičnosti. Ciklička opterećenja [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i auditornih vježbi
- izrada seminarskog rada,
- izrada zadaća.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- aktivno sudjelovanje u nastavi – dodaje se do 5% na bodove kolokvija,
- kolokvij: studenti koji riješe najmanje 60% oslobađaju se pisanog dijela ispita,
- ocjenjivanje seminarskog rada i zadaća.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pismeni i usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminar i zadaće 40%, kolokvij ili pismeni ispit 40%, usmeni ispit 20%.

Obvezna literatura:

1. M. Rak, I. Duvnjak, D. Damjanović: Teorija elastičnosti i plastičnosti s metodama rješavanja zadaća, Zagreb, 2020

Preporučena literatura:

1. T. Herman: *Teorija elastičnosti i plastičnosti*, Element, Zagreb, 2008.
2. Z. Kostrenčić: *Teorija elastičnosti*, Školska knjiga, Zagreb, 1982.
3. S. Timošenko, J. N. Gudier: *Teorija elastičnosti*, Građevinska knjiga, Beograd, 1962.
4. I. Alfirević: *Uvod u tenzore i mehaniku kontinuuma*, Golden marketing, Zagreb, 2006.
5. J. Brnić: *Elastomehanika i plastomehanika*, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
6. G. E. Mase: *Theory and Problems of Continuum Mechanics*, McGrow-Hill Company, 1970.

POLIMERI

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (terenska nastava: 6, laboratorijske: 6, računalne: 3)

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o proizvodnji, vrstama i svojstvima polimernih materijala i kompozita koji se koriste u graditeljstvu,
- stjecanje praktičnih znanja o primjeni, projektiranju i kontroli kvalitete polimernih materijala i kompozita koji se koriste u graditeljstvu.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje osnovnih pojmova i zakonitosti iz otpornosti materijala.

Ishodi učenja kolegija:

- upoznati različite vrste polimernih materijala i kompozita te njihova svojstva i procese proizvodnje,
- razlikovati područje primjene polimernih materijala i kompozita u graditeljstvu u odnosu na konvencionalne materijale,
- usvojiti primjere primjene polimernih materijala i kompozita u graditeljstvu s naglaskom na mostogradnju,
- usvojiti postupak kontrole kvalitete i potvrđivanja građevinskog proizvoda na primjeru konstrukcijskih ležajeva.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Općenito o polimerima [6]
  2. Značajnije vrste polimernih materijala u graditeljstvu [3]
  3. Preradba i preoblikovanje polimera [3]
  4. Svojstva polimernih materijala i proizvoda [3]
  5. Polimerni materijali ojačani vlaknima (FRP materijali) [3]
  6. Pjenasti polimerni materijali [3]
  7. Primjena polimernih materijala u graditeljstvu: Mostogradnja; Održavanje i sanacija [3]
  8. Primjena polimernih materijala u graditeljstvu: Potresna izolacija [3]
  9. Građevni proizvodi od polimernih materijala u usklađenom području [3]
- Vježbe:
  1. Terenska nastava: Obilazak tvrtki i postrojenja koje se bave proizvodnjom polimernih i kompozitnih tvorevina
  2. Laboratorijske vježbe: Ispitivanje polimernih materijala i kompozita (npr. konstrukcijski ležajevi, prijelazne naprave, plastomerne cijevi itd.) u Laboratoriju za ispitivanje konstrukcija
- Seminari: Tijekom semestra svaki student izrađuje seminarski rad koji se predaje na kraju semestra u pisanom obliku. Obrana seminarskog rada provodi se u obliku PowerPoint prezentacije nakon čega slijedi rasprava sa studentima
- pohađanje predavanja najmanje 75% te pohađanje terenskih, laboratorijskih i računalnih vježbi 100%,
- 2 kolokvija: na svakom kolokviju treba ostvariti najmanje 25%.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 50% (u ukupnoj sumi najmanje 60%) te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave oslobađaju se pisanog ispita,
- studenti koji na svakom kolokviju ostvare najmanje 50% (u ukupnoj sumi najmanje 70%) te ispune uvjete vezane uz pohađanje nastave oslobađaju se pisanog i usmenog ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- pisani ispit: za prolaz treba riješiti najmanje 60%,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- pisani dio ispita 60%, usmeni ispit 40 %.

Obvezna literatura:
1. Šimunić, Ž.: *Polimeri u graditeljstvu*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2006.
2. Šimunić, Ž.; Skender, A.: *Elastomerni ležajevi*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2007.

Preporučena literatura:
1. McCrum, N. G.; Buckley, C. P.; Bucknall, B.: *Principles of Polymer Engineering*, 2nd edn, Oxford University Press, New York, 1997.
2. Naeim, F.; Kelly, J.: *Design of Seismic Isolated Structures*, Wiley & Sons, Inc., New York, 1999.

OSNOVE MEHANIKE LOMA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne: 9, laboratorijske: 6)

Ciljevi kolegija:
- stjecanje znanja o osnovama mehanike loma kao posebnog područja mehanike,
- stjecanje znanja o predviđanju ponašanja elemenata konstrukcija s pukotinama.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- razumijevanje pojmova analize naprezanja i deformacija,
- poznavanje proračuna naprezanja i deformacija u elementima opterećenih unutarnjim silama,
- poznavanje gradiva iz mehanike materijala.

Uvjeti za upis kolegija (programska povezanost):
- potpis iz kolegija: Teorija elastičnosti i plastičnosti.

Uvjet za polaganje ispita:
- položen ispit iz kolegija: Teorija elastičnosti i plastičnosti.

Ishodi učenja kolegija:
- upoznati se s povijesnim razvojem mehanike loma,
- prepoznati važnost mehanike loma i opasnost prisutnosti pukotine u elementima konstrukcije,
- objasniti utjecaj pukotina na koncentraciju naprezanja,
- objasniti razliku između linearno elastične (LEFM) i elastoplastične mehanike loma (EPFM),
- objasniti eksperimentalne metode određivanja parametara mehanike loma,
- kompetencije analiza pukotina i drugih defekata u strukturi materijala na njihov utjecaj na sigurnost inženjerskih konstrukcija.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvod i povijesni razvoj mehanike loma [3]
  2. Fizika loma. Idealna čvrstoća materijala. Duktilnost i krhkost. Načini propagacije pukotina. Osnovne definicije [3]
  3. Osnovne jednadžbe. Utjecaj pukotina na koncentraciju naprezanja [2]
  4. Griffithov uvjet za razvoj pukotine (energetski pristup) i Irwinova modifikacija. Brzina oslobađanja energije (G). Nestabilnost pukotine i "R" krivulje [3]
  5. Osnovni oblici razvoja pukotine. Polje naprezanja i pomaka u okolišu vrha pukotine [2]
  6. Faktor intenziteta naprezanja (K) i njegovo značenje. Funkcije geometrije (faktori oblika) [2]
  7. Kriteriji loma. Žilavost loma. Žilavost materijala. Odnos između faktora intenziteta naprezanja i brzine oslobađanja energije [2]
  8. Eksperimentalne metode određivanja parametara LEFM-a [2]
  9. Područje plastičnosti u vrhu pukotine. Dugdaleov model za elastoplastične materijale [2]
  10. Otvaranje pukotine u vrhu (CTOD). Riceov konturni integral. Veza između CTOD i konturnog integrala Ricea [3]
  11. Stabilni i nestabilni razvoj pukotine. Kriteriji loma [2]
  12. Eksperimentalne metode određivanja parametara EPFM-a [2]
  13. Mehanizmi loma metala, duktilni lom. Mehanizmi loma nemetala (plastični materijali, keramika, beton i kamen). Kvazikrhki lom [2]
- Vježbe (auditorne):
  1. Rješavanje jednostavnijih numeričkih primjera iz područja linearno elastične mehanike loma [9]
- Vježbe (laboratorijske):
  1. Eksperimentalne metode određivanja parametara LEFM-a [6]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- prisustvo na 75% nastave (predavanja i vježbe).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- kolokvij: studenti koji na kolokviju riješe 52% oslobađaju se ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 52%,

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokvij odnosno pisani ispit.

Obvezna literatura:

1. Anderson, T. L.: *Fracture Mechanics: Fundamental and Aplications*, CRC Press LLC, N.W. Corporate Blvd., Boca Raton, Florida, 2000.
2. Krolo, J., Šimić, D.: *Mehanika materijala*, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2011.

Preporučena literatura:

1. Brnić, J., Turkalj, G.: *Nauka o čvrstoći II,* Sveučilište u Rijeci, Zigo, Rijeka, 2006.
2. Saxena, A.: "Advanced Fracture Mechanics and Structural Integrity", CRC Press - Taylor & Francis Group, 2019.

3. Janssen, M., Zuidema, J., Wanhill, R.: "Fracture Mechanics", CRC Press - Taylor & Francis Group, 2. edition, 2004.

PROGRAMIRANJE POSTUPAKA PRORAČUNA KONSTRUKCIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (na računalima): 15

Ciljevi kolegija:
- upoznavanje s osnovnom strukturom računalnih programa za proračun konstrukcija,
- upoznavanje s posljedicama različitih aproksimacija i ograničene točnosti numeričkih proračuna,
- osposobljavanje za samostalno oblikovanje i pisanje jednostavnijih programa i za suradnju s programerskim timovima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje linearnih postupaka proračuna konstrukcija, ponajprije opće metode pomaka,
- poznavanje strukture računalnog programa (varijable, grananja, petlje, funkcije).

Ishodi učenja kolegija:
- razumjeti i objasniti strukturu programa za proračun konstrukcija,
- razumjeti i objasniti posljedice neizbježnih aproksimacija u modeliranju konstrukcija i ograničene (konačne) točnosti numeričkih proračuna,
- oblikovati i napisati jednostavniji računalni program za proračun konstrukcija,
- izmijeniti, prilagoditi i dograditi računalni program za proračun konstrukcija dostupan u izvornom kodu,
- surađivati u timu ili s timom koji oblikuje i piše složeni računalni program za proračun konstrukcija.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:
  1. Programske paradigme i programski jezici, sintaksa i semantika, Turingov stroj [2]
  2. Osnovni tipovi podataka i osnovne operacije [1]
  3. Prikaz realnih brojeva (IEEE norma), realizacija algebarskih operacija, zaokruživanje i točnost [4]
  4. Upravljanje tokom programa: petlje i grananja [2]
  5. Vektori i matrice (pune i rijetko popunjene) [2]
  6. Programska realizacija operacija linearne algebre [4]
  7. Struktura programske realizacije metode konačnih elemenata (MKE): topološki odnosi u mreži konačnih elemenata [2]
  8. MKE: matrice krutosti elemenata i konstrukcije; vektor opterećenja [2]
  9. MKE: koordinatni sustavi i transformacija koordinata [2]
  10. MKE: jednadžbe ravnoteže – sastavljanje matrice krutosti konstrukcije i vektora opterećenja [2]
  11. MKE: rješavanje sustava jednadžbi; upotreba programskih biblioteka [2]
  12. Relaksacijski i gradijentni postupci [2]

13. Metoda gustoća sila [2]
14. Iteracijska primjena metode gustoća sila [4]

- Vježbe:

1. Uvod: metoda Newton-Raphson (za nelinearnu jednadžbu s jednom nepoznanicom) [1]
2. Metoda Newton-Raphson: zaokruživanje i točnost [1]
3. Grananje i petlje [1]
4. Prikaz vektora i matrica [1]
5. Rješavanje sustava linearnih jednadžbi [2]
6. Metoda konačnih elemenata [5]
7. Relaksacijski i gradijentni postupci [1]
8. Metoda gustoća sila [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada zadaća i programa.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- zadaće i programa uz usmeno obrazloženje.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- zadaće i programi 40%, usmeni ispit 60%

Obvezna literatura:

1. Nastavni materijali na sage.grad.hr:1234
2. Ž. Ban, J. Matuško, I. Petrović: Primjena programskog sustava MATLAB za rješavanje tehničkih problema, Graphis, Zagreb, 2010.
3. H. P. Langtangen: A Primer on Scinetific Programming with Python, Springer, 2016.
4. D. R. Brooks: Problem Solving with Fortran 90 for Scientists and Engineers, Springer, 1997.

Preporučena literatura:

1. R. de Borst, M. A. Crisfield, J. J. C. Remmers, C. V. Verhoosel: *Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures*, Wiley, 2012.
2. M. L. Overton: *Numerical Computing with IEEE Floating Point Arithmetic*, SIAM, Philadelphia, 2001.
3. J. J. Barton, L. R. Nackman: *Scientific and Engineering C++*, Addison--Wesley, Reading, 1994.

NUMERIČKE METODE U PRORAČUNU KONSTRUKCIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne)

Ciljevi kolegija:

- produbljivanje teorijskih znanja o modeliranju konstrukcija za proračun raznim numeričkim metodama,

- stjecanje praktičnih znanja o proračunu konstrukcije raznim numeričkim metodama,
- stjecanje znanja o diskretizaciji proračunskog modela za razne numeričke metode,
- stjecanje praktičnih znanja u interpretaciji rezultata proračuna dobivenih proračunom na računalu raznim numeričkim metodama.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- razumijevanje osnovnih jednadžbi teorije elastičnosti,
- poznavanje matematičkih modela fizikalnih pojava iz područja teorije elastičnosti,
- razumijevanje teorijskih osnova varijacijskih postupaka i pojma diskretizacije područja,
- osnovne matematičke spoznaje iz područja običnih i parcijalnih diferencijalnih jednadžbi.

Ishodi učenja kolegija:

- primijeniti numeričke metode na zadaće proračuna konstrukcija,
- objasniti teorijske osnove proračuna numeričkim metodama,
- objasniti proračunski model konstrukcije za proračun konstrukcije raznim numeričkim metodama,
- interpretirati proračunske procedure za proračun konstrukcije raznim numeričkim metodama.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Motivacija i osnovne jednadžbe u analizi konstrukcija [2]
  2. Newtonova metoda [4]
  3. Metoda konačnih razlika [2]
  4. Integracijske metode u vremenu [2]
  5. Jednokoračne (one-step) metode [2]
  6. Višekoračne (multistep) metode [4]
  7. Diferencijalne kvadratne metode [4]
  8. Dekompozicijske metode [4]
  9. Metoda rubnih elemenata [6]
- Vježbe:
  1. Newtonova metoda [3]
  2. Jednokoračne (one-step) metode [3]
  3. Višekoračne (multi-step) metode [3]
  4. Metoda konačnih razlika [3]
  5. Dekompozicijske metode i kvadraturne metode [3]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada zadataka tijekom semestra koji čine zbirni seminarski rad.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje zadataka.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- završna ocjena zadataka u seminarskom radu,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminarski rad 60%, usmeni dio ispita 40%.

Obvezna literatura:

1. Bittnar, Šejnoha: *Numerical Methods in Structural Engineering*, ASCE Press, 1996.
2. Chang Shu: *Differential Quadrature and Its Application in Engineering*, Springer, 2000.
3. Banerjee: *The Boundary Element Methods in Engineering*, McGraw-Hill, 1993.

STOHASTIČKI PROCESI

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

2. godina, 4. semestar

Izborni kolegiji

POSEBNA POGLAVLJA OTPORNOSTI MATERIJALA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe (auditorne): 15

Ciljevi kolegija:
- produbljivanje teorijskih znanja o ponašanju konstrukcija pod udarnim opterećenjem – aksijalnim i torzijskim,
- stjecanje praktičkih znanja o modeliranju konstrukcija od nelinearnog i bilinearnog elastičnog materijala,
- stjecanje teorijskih znanja o proračunu kontaktnih naprezanja i deformacija,
- stjecanje teorijskih znanja o proračunu naprezanja i deformacije u debelostijenim cijevima.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- razumijevanje i određivanje mehaničkih svojstava materijala,
- poznavanje osnovnih postupaka određivanja naprezanja i deformacija u konstrukcijskim elementima od elastičnog, homogenog, linearnog materijala,
- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa (uključujući obične diferencijalne jednadžbe) te linearne algebre.

Ishodi učenja kolegija:
- objasniti poprečna normalna naprezanja pri savijanju štapa poprečnim opterećenjem,
- izračunati naprezanja štapa od nelinearnog i bilinearnog elastičnog materijala opterećenog na savijanje,
- izračunati naprezanja i deformacije štapova pri udarnom opterećenju,
- primijeniti Herzove formule za proračun kontaktnih naprezanja i deformacija,
- analizirati opći slučaj dodira dvaju tijela pod pritiskom,
- objasniti i izračunati naprezanja i deformacije u debelostijenim cijevima pod djelovanjem unutarnjeg i vanjskog pritiska,
- izračunati naprezanja u sastavljenim debelostijenim cijevima i njihovo optimalno preklapanje.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:

1. Savijanje štapova promjenjivog presjeka. Lokalna promjena oblika i dimenzija presjeka. Štapovi stepenasto promjenjivog presjeka Štapovi postupno promjenjivog presjeka. Nosači jednake čvrstoće. [2]
2. Poprečna normalna naprezanja pri savijanju štapa poprečnim opterećenjem. Koncentracija naprezanja pri aksijalnom opterećenju, torziji, savijanju [2]
3. Modeliranje konstrukcija od nelinearnog elastičnog materijala. Aksijalno opterećene štapne konstrukcije. Torzija [2]

4. Savijanje štapa od nelinearnog elastičnog materijala. Savijanje štapa od bilinearnog elastičnog materijala [2]
5. Dinamičke zadaće. Naprezanja u elementima konstrukcije pri gibanju s ubrzanjem. Sila inercije, unutarnje sile. Savijanje [2]
6. Teorija udara. Opće pretpostavke. Proračun naprezanja i deformacija štapova pri udarnom opterećenju. Aksijalno udarno opterećenje. Naprezanja pri uzdužnom udaru štapa u krutu podlogu [2]
7. Torziono udarno opterećenje. Udarno opterećenje pri savijanju. Naprezanja pri poprečnom udaru nosača o krute ležajeve [2]
8. Proračun čvrstoće pri promjenjivim naprezanjima. Višeosno promjenjivo naprezanje. Primjena teorije čvrstoće [2]
9. Kontaktna naprezanja i deformacije. Opće pretpostavke. Herzove formule za kontaktna naprezanja i deformacije [2]
10. Dvije kugle pod pritiskom. Dva valjka pod pritiskom. Opći slučaj dodira dvaju tijela pod pritiskom. Provjera kontaktnog pritiska [2]
11. Debelostijene cijevi. Opće definicije i pretpostavke. Diferencijalne jednadžbe i rubni uvjeti za aksijalno simetrično tijelo [2]
12. Naprezanja i deformacije u debelostijenim cijevima pod djelovanjem unutarnjeg pritiska. Naprezanja i deformacije u debelostijenim cijevima pod djelovanjem vanjskog pritiska [2]
13. Naprezanja i deformacije u debelostijenim cijevima pod djelovanjem unutarnjeg i vanjskog pritiska. Toplinska naprezanja u debelostijenim cijevima [2]
14. Sastavljene debelostijene cijevi. Uvodna razmatranja. Dodirni pritisak između unutarnje i vanjske debelostijene cijevi. Naprezanja u sastavljenim debelostijenim cijevima. Određivanje optimalnog preklapanja [2]
15. Naprezanja u sastavljenim debelostijenim cijevima. Određivanje optimalnog preklapanja. [2]

- Vježbe (auditorne):

1. Savijanje štapa postupno promjenjivog presjeka [1]
2. Nosači jednake čvrstoće [1]
3. Proračun poprečnih normalnih naprezanja pri savijanju štapa poprečnim opterećenjem [1]
4. Savijanje štapa od nelinearnog elastičnog materijala [1]
5. Savijanje štapa od bilinearnog elastičnog materijala [1]
6. Proračun naprezanja i deformacija pri udarnom opterećenju. Aksijalno udarno opterećenje. Naprezanja pri uzdužnom udaru štapa u krutu podlogu [2]
7. Naprezanja i deformacije nosača pri udarnom opterećenju [1]
8. Naprezanja pri poprečnom udaru nosača o krute ležajeve [1]
9. Proračun čvrstoće pri promjenjivim naprezanjima. Višeosno promjenjivo naprezanje. Primjena teorije čvrstoće [1]
10. Kontaktna naprezanja i deformacije dviju kugli pod pritiskom [1]
11. Kontaktna naprezanja i deformacije dvaju valjaka pod pritiskom. Provjera kontaktnog pritiska [1]
12. Naprezanja i deformacije u debelostijenim cijevima pod djelovanjem unutarnjeg i vanjskog pritiska [2]
13. Naprezanja i deformacije u sastavljenim debelostijenim cijevima [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada seminarskog rada.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- obrana seminarskog rada.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- obrana seminarskog rada 20%, pisani dio ispita 40%, usmeni dio ispita 40%.

Obvezna literatura:

1. Šimić, V.: *Otpornost materijala I,* Školska knjiga, Zagreb, 2002.
2. Šimić, V.: *Otpornost materijala II,* Školska knjiga, Zagreb, 2002.
3. Alfirević, I.: *Nauka o čvrstoći II,* Golden marketing, Zagreb, 1999.
4. Bazjanac, D.: *Nauka o čvrstoći,* Tehnička knjiga, Zagreb, 1973.
5. Brnić, J.; Turkalj, G.: *Nauka o čvrstoći II,* ZIGO, Rijeka, 2006.

Preporučena literatura:

1. Alfirević, I.: *Nauka o čvrstoći I,* Tehnička knjiga, Zagreb, 1989.
2. Timošenko, S.: *Otpornost materijala I,* Građevinska knjiga, Beograd, 1965.
3. Timošenko, S.: *Otpornost materijala II,* Građevinska knjiga, Beograd, 1966.
4. Case, J.; Chilver, A.: *Strength of Materials and Structures,* Edward Arnold, 1985.

STOHASTIČKA ANALIZA KONSTRUKCIJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 15 (auditorne)

Ciljevi kolegija:

- produbljivanje teorijskih znanja o neodređenosti konstrukcija,
- stjecanje praktičnih znanja o stohastičkom proračunu konstrukcija,
- stjecanje znanja o diskretizaciji proračunskog modela za stohastičku metodu konačnih elemenata,
- stjecanje praktičnih znanja u interpretaciji rezultata proračuna dobivenih stohastičkim proračunom.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- razumijevanje osnovnih jednadžbi teorije elastičnosti,
- poznavanje matematičkih modela fizikalnih pojava iz područja teorije elastičnosti,
- poznavanje metode konačnih elemenata,
- razumijevanje pojma virtualnog rada i teorijskih osnova varijacijskih postupaka,
- osnovne matematičke spoznaje iz područja običnih i parcijalnih diferencijalnih jednadžbi i teorije vjerojatnosti.

Ishodi učenja kolegija:

- primijeniti stohastičku metodu konačnih elemenata na proračun konstrukcija,

- objasniti teorijske osnove proračuna stohastičkom metodom konačnih elemenata,
- objasniti proračunski model konstrukcije u smislu neodređenosti ulaznih parametara za proračun konstrukcije,
- definirati proračunske procedure za proračun konstrukcije stohastičkom metodom konačnih elemenata,
- interpretirati rezultate proračuna metodom konačnih elemenata.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Osnovni pojmovi teorije vjerojatnosti [4]
  2. Deterministička metoda konačnih elemenata [4]
  3. Varijabilnost ulaznih parametara [6]
  4. Gredni konačni elementi – stohastički proračun [8]
  5. Konačni elementi za ploče – stohastički proračun [8]
- Vježbe (auditorne):
  1. Primjena metode stohastičkim konačnih elemenata na numeričkim primjerima [5]
- Vježbe (u kompjutorskoj učionici):
  1. Proračun zadaća teorije elastičnosti stohastičkom metodom konačnih elemenata. Samostalno definiranje proračunskih procedura [10]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada zadataka tijekom semestra koji čine zbirni seminarski rad.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje zadataka.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- završna ocjena zadataka u seminarskom radu,
- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminarski rad 60%, usmeni dio ispita 40%.

Obvezna literatura:

1. Elishakoff, I. : *Probabilistic Theory of Structures.*
2. Haldar, A.; Guran, B.; Ayyub, M.: *Uncertainty Modelling in Finite Elements, Fatigue and Stability of Systems.*
3. Haldar, A.; Mahadevan, S.: *Reliabilty Assesment Using Stochastic Finite Element Analysis.*

VISEĆE KONSTRUKCIJE OD PLATNA I UŽADI

Bodovna vrijednost (ECTS): 6,0

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 6, na računalima: 24)

Ciljevi kolegija:

- Stjecanje teorijskog znanja o prednapetim vlačnim konstrukcijama kao nosivim sistemima.

- Stjecanje teorijskog i praktičkog znanja o postupku traženja ravnotežnog oblika i statičkom proračunu prednapetih kabela i tlačnih prostornih rešetki.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- Razumijevanje i sposobnost primjene uvjeta ravnoteže u prostoru.
- Poznavanje statike statički određenih i neodređenih sistema.
- Poznavanje osnova nelinearne statike štapnih konstrukcija

Ishodi učenja kolegija:

- Predložiti optimalan oblik ravninske rešetke s obzirom na ulazne parametre.
- Usporediti moguće ravnotežne položaje mreža prednapetih kabela s obzirom na ulazne podatke u postupku traženja oblika (engl. form finding).
- Utvrditi optimalne ravnotežne položaje (oblike) jednoslojnih prostornih rešetki s obzirom na ulazne podatke primjenom vlačno-tlačne analogije.
- Utvrditi sličnosti i razlike fizikalnog i numeričkog modela mreže prednapetih kabela i jednoslojne prostorne rešetke.
- Na temelju statičkog proračuna mreže prednapetih kabela i jednoslojnih prostornih rešetki, odabrati potrebne dimenzije nosivih elemenata (kabela i tlačnih štapova), te predložiti komplementarnu konstrukciju.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Povijesni razvoj visećih konstrukcija od platna i užadi u svijetu i u Hrvatskoj. [2]
2. Ulazne pretpostavke i uvjeti ravnoteže slobodnoga čvora mreže prednapetih kabela. Geometrijska krutost. [2]
3. Lagrangeova i Laplaceova jednadžba. Minimalna ploha i minimalna mreža. Pravčaste mreže, regularne i neregularne mreže od užadi. [2]
4. Postupak traženja oblika mreža prednapetih kabela (fizički i numerički modeli). [2]
5. Numeričke metode za određivanje ravnotežnog položaja slobodnoga čvora mreže (metoda Newton-Raphson, metoda gustoća sila, metoda dinamičke relaksacije). [2]
6. Iteracijska primjena metode gustoća sila. [2]
7. Povećanje učinkovitosti iteracijske primjene metode gustoća sila. [2g
8. Statički proračun i dimenzioniranje mreže prednaptih kabela. Proračuna na dinamička opterećenja (vjetar). [2]
9. Problem komplementarne konstrukcije visećih konstrukcija od platna i užadi. [2g
10. Principi izvođenja vlačnih prednapetih konstrukcija. [2g
11. Primjena vlačno – tlačne analogije (engl. hanging cloth analogy) za oblikovanje i optimizaciju jednoslojnih tlačnih rešetki. [2]
12. Problem stabilnosti tlačnih rešetki. [2]
13. Drugi nosivi sistemi ovisni o obliku (tensegrity, bending activ konstrukcije). [4]
14. Primjena principa optimizacije (materijala i oblika) u projektiranju standardnih nosivih sistema. [2]

- Vježbe:

1. Uvodno o sadržaju kolegija. [2]
2. Ulazne pretpostavke i uvjeti ravnoteže slobodnoga čvora mreže prednapetih kabela. Geometrijska krutost. [2]
3. Lagrangeova i Laplaceova jednadžba. Minimalna ploha i minimalna mreža. Pravčaste mreže, regularne i neregularne mreže od užadi. [2]
4. Postupak traženja oblika mreža prednapetih kabela (fizički i numerički modeli). [2]
5. Metoda gustoća sila [2]

6. Iteracijska primjena metode gustoća sila. [4]
7. Povećanje učinkovitosti iteracijski primjene metode gustoća sila. [4]
8. Statički proračun i dimenzioniranje mreže prednaptih kabela. Proračuna na dinamička opterećenja (vjetar). [4]
9. Primjena vlačno – tlačne analogije (engl. hanging cloth analogy) za oblikovanje i optimizaciju jednoslojnih tlačnih rešetki. [2]
10. Problem stabilnosti tlačnih rešetki. [2]
11. Drugi nosivi sistemi ovisni o obliku (tensegrity, bending activ konstrukcije). [2]
12. Primjena principa optimizacije (materijala i oblika) u projektiranju standardnih nosivih sistema. [2]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada programskih zadataka.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrađeni programski zadaci.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- izrađeni programski zadaci 50%, usmeni dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. Fresl, K.: Građevna statika 2 (skripta predavanja, 5. poglavlje, 2017), http://master.grad.hr/nastava/gs/gs2/gs2.pdf
2. Dvornik J., Lazarević D., Bićanić N.: O načelima i postupcima proračuna građevinskih konstrukcija (2019),
3. Fresl, K.: Nelinearna statika štapnih nosača (skripta predavanja, 2020.), http://master.grad.hr/nastava/gs/nls/index.html
4. Gidak, P., Šamec, E.: Statički neodređeni sistemi (fakultetski e–udžbenik, dostupan na https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:237:724696 , 2022.),

Preporučena literatura:

1. Rothwell A.: Optimization Methods in Structural Design (2017),
2. Lewis, W.: Tension Structures: Form and behaviour. Thomas Telford, London. (2003).

PRORAČUN POSTOJEĆIH KONSTRUKCIJA U SEIZMIČKI AKTIVNIM PODRUČJIMA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6,0

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe: 20 (terenske: 4, na računalima: 16)
- seminar: 10

Ciljevi kolegija:

- Stjecanje teorijskih i praktičnih znanja o ponašanju postojećih konstrukcija pri djelovanju potresa.

- Primjena suvremenih metoda proračuna za ocjenu stanja nosivosti i stabilnosti postojećih zgrada.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- Poznavanje osnova dinamike konstrukcija i potresnog inženjerstva; oblikovanje dinamičkog modela konstrukcije s jednim i više dinamičkih stupnjeva slobode te određivanje dinamičkih parametara.
- Poznavanje osnovnih postupaka linearnog dinamičkog proračuna jednostavnijih statičkih sistema.
- Poznavanje osnova proračuna statičkih sistema na potres: metoda bočne sile i metoda spektra odziva

Ishodi učenja kolegija:

- Identificirati načine otkazivanja zidanih i armiranobetonskih konstrukcijskih elemenata.
- Ocijeniti razinu pouzdanosti mehaničkih parametara konstrukcije.
- Odabrati i primijeniti odgovarajuću proračunsku metodu za procjenu stanja nosivosti i statičke stabilnosti konstrukcije.
- Izračunati parametre koji dovode do lokalnog otkazivanja konstrukcijskih elemenata.
- Ocijeniti stanje nosivosti i statičke stabilnosti postojeće konstrukcije.
- Odabrati i upotrijebiti različite metode popravaka i pojačanja konstrukcijskih elemenata.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod u predmet. Općenito o potresima i potresnoj opasnosti. Utjecaj potresa na građevine. Načini opisa potresa: magnituda i intenzitet. Potresna opasnost u Republici Hrvatskoj. [2]
2. Koncept projektiranja u seizmički aktivnim područjima. Pristupi problemu proračuna otpornosti za nove zgrade. Metode proračuna građevina na potres sadržane u propisu Eurokodu 8; granična stanja. [2]
3. Metoda bočne sile. Metoda spektra odziva – primjena na elastične i neelastične sustave. Opis parametara i metode. [2]
4. Pristupi problemu procjene otpornosti za postojeće zgrade. Karakteristike materijala i potrebni podaci za procjenu otpornosti postojećih građevina. Metode ispitivanja građevina. Opis tipologije. [4]
5. Oštećenja građevina u potresu. Mehanizmi otkazivanja konstrukcijskih elemenata. Krivulje kapaciteta nosivosti elemenata, eksperimentalni rezultati i kriterij sloma konstrukcijskih elemenata (zidovi, stupovi, grede, spojne grede). [4]
6. Pristupi modeliranju konstrukcija; metoda plastičnih zglobova, metoda makroelemenata. [2]
7. Lokalni mehanizmi otkazivanja konstrukcije. [2]
8. Metoda postupnog guranja [2]
9. Nelinearna dinamička metoda proračuna; osnove metode, odabir zapisa vremenskog zapisa, provedba dinamičkog proračuna numeričkog modela. [4]
10. Metode popravaka i pojačanja; konzervatorski uvjeti za građevine kulturne baštine. [2]
11. Načini umanjivanja dinamičkih utjecaja na konstrukciju i njezin odziv: seizmička izolacija, spregovi i prigušivači. [2]

- Vježbe:

1. Obilazak oštećenih zgrada i zgrada u fazi obnove. [2]

2. Koncept projektiranja u seizmički aktivnim područjima, pravilnost građevina, ostale karakteristike. Metoda bočne sile. Odgovor elastičnih sustava metodom spektra odziva. [2]
3. Odgovor neelastičnih sustava metodom projektnog spektra odziva. [2]
4. Kriterij sloma konstrukcijskih elemenata (zidovi, stupovi, grede, spojne grede). Krivulje kapaciteta nosivosti. [2]
5. Pristupi modeliranju konstrukcija; metoda plastičnih zglobova. [2]
6. Pristupi modeliranju konstrukcija; metoda makroelemenata. [2]
7. Lokalni mehanizmi otkazivanja konstrukcije. [2]
8. Metoda postupnog guranja. [2]
9. Nelinearna dinamička metoda proračuna i seizmička izolacija. [2]
10. Prikupljanje podataka na terenu. [2]
11. Seminar: Izrada i prezentacija programskog zadatka. [10]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada seminara

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrađeni seminar

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- usmeni ispit.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- izrađen seminar 50%, usmeni dio ispita 50%.

Obvezna literatura:

1. Potresno inženjerstvo - Obnova zidanih zgrada, ur. Uroš, M.; Todorić, M.; Crnogorac, M.; Atalić, J.; Šavor Novak, M.; Lakušić, S. Sveučilište u Zagrebu, 2021.
2. Crnogorac, M.; Todorić, M.; Uroš, M.; Atalić, J.: Urgentni program potresne obnove: Građevinska tehnička rješenja, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska komora inženjera građevinarstva, 2020.
3. Lazarević, D., Šavor Novak, M., Uroš, M.: Dinamika konstrukcija s uvodom u potresno inženjerstvo, (skripta), Katedra za statiku, dinamiku i stabilnost konstrukcija, Zavod za tehničku mehaniku, Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2018, http://www.grad.unizg.hr/_download/repository/DK_skripta%5B2%5D.pdf

Preporučena literatura:

1. Čaušević, M.: Nelinearne seizmičke analize konstrukcija prema EN 1998-1: 2004, Dinamika konstrukcija-potresno inženjerstvo, aerodinamika, konstrukcijske euronorme, Golden markenting, Tehnička knjiga, Zagreb, str. 327-412, 2010.
2. HZN (2011), HRN EN 1998-1:2011+/Ispr.2:2015+A1:2014+NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 1.dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade, Zagreb, Hrvatska
3. HZN (2011), HRN EN 1998-3:2011 + NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 3.dio: Ocjenjivanje i obnova zgrada, Zagreb, Hrvatska

NUMERIČKA MATEMATIKA

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

PERSPEKTIVA

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

VALOVI I TITRANJA

Vidjeti u poglavlju **Zajednički kolegiji**.

GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU

Vidjeti u poglavlju Zajednički kolegiji.

ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Vidjeti u poglavlju **Smjer Materijali**.

NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2.

Vidjeti u poglavlju **Smjer Materijali**.

Zajednički kolegiji

MATEMATIKA 3.

Bodovna vrijednost (ECTS): 7.5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe (auditorne): 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o osnovnim linearnim modelima matematičke fizike i njihovoj primjeni u građevinarstvu,
- stjecanje osnovnih praktičnih znanja i vještina za analitičko i numeričko rješavanje takvih modela.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje diferencijalnog i integralnog računa (uključujući obične diferencijalne jednadžbe) te linearne algebre.

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje uvjeta i ograničenja primjenjivosti linearnih modela,
- sposobnost prepoznavanja i odabira prikladnog modela,
- sposobnost rješavanja jednostavnijih modela, analitički i/ili numerički,
- sposobnost kvalitativne analize rješenja.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Ponavljanje sadržaja iz matematičke analize.
  2. Ponavljanje sadržaja iz linearne algebre.
  3. Fourierov red.
  4. Rubni problem za ravnotežu žice.
  5. Valna jednadžba. Rubni problem za poprečne oscilacije žice.
  6. Fourierova metoda za valnu jednadžbu.
  7. Jednadžba provođenja topline. Rubni problem za za provođenje topline kroz štap. Fourierova metoda.
  8. Laplaceova jednadžba. Harmoničke funkcije i njihova svojstva. Rubni problemi za ravnotežu membrane. Fourierova metoda.
  9. Poissonova jednadžba. Rubni problemi za oscilacije membrane. Fourierova metoda.
  10. Numeričke metode za obične diferencijalne jednadžbe - Cauchyjev problem. Eulerova metoda. Metoda Runge-Kutta.
  11. Kolokvij.
  12. Numeričke metode za obične diferencijalne jednadžbe – rubni problem ravnoteže žice u sredstvu s otporom. Metoda konačnih diferencija.
  13. Numeričke metode za parcijalne diferencijalne jednadžbe – rubni problem oscilacije žice i provođenje topline kroz štap. Metoda konačnih razlika (metoda mreže).

14. Numeričke metode za parcijalne diferencijalne jednadžbe – rubni problem ravnoteže membrane. Metoda konačnih razlika.
15. Metoda konačnih elemenata

- Vježbe:

Vježbe prate predavanja

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- ostvareno 25% bodova na kolokviju,
- pohađanje predavanja i vježbi.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ostvarivanjem preko 60% bodova na kolokviju student se oslobađa prvog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za prolaz treba ostvariti 50%; pisani ispit je eliminatoran;
- usmeni ispit;
- studenti oslobođeni prvog dijela ispita polažu samo drugi dio.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokvij ili pismeni dio ispita 50-60%, usmeni dio ispita 40-50%.

Obvezna literatura:

1. T. Došlić, D. Pokaz, T. Slijepčević-Manger, K. A. Škreb, Matematika 3, interna skripta GF.
2. T. Slijepčević-Manger, Zbirka zadataka iz Matematike 3, interna skripta GF.
3. E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, John Wiley and Sons Ltd.,1999.
4. F. Scheid, Numerical Analysis, Schaum's Outline Series in Mathematics, McGraw-Hill Book.1.

STOHASTIČKI PROCESI

Bodovna vrijednost (ECTS): 7,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 45
- vježbe (auditorne): 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o osnovnim značajkama slučajnih procesa i njihovoj primjeni u građevinarstvu,
- stjecanje osnovnih praktičnih znanja i vještina za postavljanje i rješavanje jednostavnih matematičkih modela takvih procesa.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje elemenata diferencijalnog i integralnog računa, teorije vjerojatnosti te linearne algebre.

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje općih značajki slučajnih procesa,
- razumijevanje ograničenja i uvjeta primjenjivosti pojedinih modela,
- sposobnost prepoznavanja i odabira prikladnog modela,
- sposobnost postavljanja problema u terminima Markovljevih lanaca,
- sposobnost analize ponašanja Markovljevih lanaca i drugih tipova slučajnih procesa.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Ponavljanje sadržaja iz linearne algebre i matematičke analize
  2. Ponavljanje sadržaja iz vjerojatnosti i statistike.
  3. Markovljevi lanci. Definicije i primjeri.
  4. Markovljevi lanci s konačnim skupom stanja.
  5. Klasifikacija stanja Markovljevog lanca.
  6. Povratnost/prolaznost. Periodičnost.
  7. Stacionarne raspodjele i granično ponašanje.
  8. Izlazne raspodjele i vremena.
  9. Markovljevi lanci s prebrojivim skupom stanja.
  10. Jednostavni i složeni Poissonovi procesi.
  11. Kolokvij.
  12. Markovljevi lanci s neprekidnim vremenom.
  13. Teorija repova I.
  14. Teorijom repova II.
  15. Vremenski nizovi
- Vježbe:
  Vježbe prate predavanja

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- ostvareno 25% bodova na kolokviju.
- pohađanje predavanja i vježbi.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ostvarivanjem preko 60% bodova na kolokviju student se oslobađa prvog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani ispit: za prolaz treba ostvariti 50%; pisani ispit je eliminatoran;
- usmeni ispit;
- studenti oslobođeni prvog dijela ispita polažu samo drugi dio.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- kolokvij ili pisani dio ispita 50-60%, usmeni dio ispita 40-50%.

Obvezna literatura:

1. N. Berglund, Slučajni procesi i primjene, interna skripta GF.
2. D. P. Bertsekas, J.N. Tsitsiklis, Introduction to Probability, Online lecture notes, M.I.T., 2000.
3. R. Durrett, Essentials of Stochastic Processes, Springer, N. Y., 1999.
4. N. Elezović, Statistika i procesi, Element, Zagreb, 2007.
5. J. Fan, Q. Yao, Nonlinear Time Series, Springer, Berlin, 2003.

METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA

Bodovna vrijednost (ECTS): 1,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 15

Ciljevi kolegija:

- upoznati studente s osnovama znanstveno-istraživačkog rada,
- pripremiti ih za izradu diplomskog rada.

Ishodi učenja kolegija:
Po završetku kolegije student će biti osposobljen za:

- pisanje eseja, seminara i kritičkih prikaza,
- samostalni odabir znanstvenih metoda u istraživačkom radu,
- prikupljanje literature i podataka, te oblikovanje hipoteza i metodologije rada,
- prezentaciju rezultata istraživanja,
- oblikovanje diplomskog rada.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod u istraživački rad
2. Prikupljanje i sistematizacija literarne građe i informacija
3. Pregled on-line baza podataka znanstvenih časopisa i ostale literature; Pojam, vrste i provjeravanje hipoteza
4. Pojam i svrha izrade seminarskih radova i kritičkih prikaza
5. Bitni elementi i struktura seminarskih radova i kritičkih prikaza
6. Načini prikupljanje podataka u svrhu znanstvene obrade
7. Analiza podataka i prezentacija rezultata istraživanja
8. Pojam metodologije istraživačkog rada; Uvod u metode znanstveno - istraživačkog rada
9. Pregled osnovnih znanstvenih metoda istraživanja: Metoda modeliranja; Statističke metode; Metoda simulacije
10. Eksperimentalna metoda; Teorija sustava; Metoda studija slučaja (case study); Metoda promatranja
11. Metoda anketiranja i intervjuiranja; Delfi metoda
12. Vrste znanstvenih i stručnih dijela; Etički kodeks i plagiranje
13. Navođenje literature: osnovni stilovi Harvard i Vancuover (Brojčani sustav)
14. Bibliografija i programi za skladištenje literature (EndNote, Mendeley)
15. Struktura diplomskog rada; Prezentacija diplomskog rada.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje nastave
- izrada seminara s kojim student pokazuje da posjeduje znanja iz osnova istraživačkog rada
- izrada i obrana prezentacije i/ili pozitivno ocijenjeni kolokvij (ostvareno min. 60% bodova).

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- izrada seminara s kojim student pokazuje da posjeduje znanja iz osnova istraživačkog rada.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- izrada i obrana prezentacije i/ili pozitivno ocijenjeni kolokvij (ostvareno min. 60% bodova).

Osnovna literatura

1. Zelenika, R., "Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela", Ekonomski fakultet Sveučiliša u Rijeci, Rijeka, 1999.

Dodatna literatura

1. Creswell, J.S., Creswell, J.D., "Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches", (5th ed.), Sage Publications, Newbury Park, California, 2017.
2. Fellows, R., Liu, A., "Research Methods for Construction", (4th ed.), John Wiley & Sons, Chichester, 2015.
3. Knight, A., Ruddock, L., "Advanced Research Methods in the Built Environment", WileyBlackwell, Oxford, 2008.
4. Mejovšek, M., "Uvod u metode znanstvenog istraživanja u društvenim i humanističkim znanostima", Naklada Slap, Zagreb, 2003.
5. Silobrčić, V., "Kako sastaviti, objaviti i ocijeniti znanstveno djelo", (6. izd.), Medicinska naklada Zagreb, Zagreb, 2008.
6. The Open University, "OU Harvard guide to citing references", Milton Keynes, The Open University, 2014.

NUMERIČKA MATEMATIKA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 30
- vježbe (auditorne): 30

Ciljevi kolegija:

- stjecanje teorijskih znanja o osnovnim tipovima numeričkih metoda i njihovoj primjeni u građevinarstvu,
- stjecanje osnovnih praktičnih znanja i vještina za postavljanje i numeričko rješavanje jednostavnih problema.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- poznavanje elemenata diferencijalnog i integralnog računa te linearne algebre.

Ishodi učenja kolegija:

- razumijevanje općih značajki numeričkih metoda,
- razumijevanje ograničenja i uvjeta primjenjivosti pojedinih metoda,
- sposobnost prepoznavanja i odabira prikladne metode,
- sposobnost postavljanja i numeričkog rješavanja jednostavnijih inženjerskih problema.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:
  1. Uvodno predavanje
  2. Metode rješavanja nelinearnih jednadžbi – bisekcija i metoda fiksne točke
  3. Metode rješavanja nelinearnih jednadžbi – metode Newtonovog tipa
  4. Interpolacija – interpolacijski polinomi
  5. Interpolacija – splineovi
  6. Numerička integracija – Newton-Cotesove formule
  7. Numerička integracija – Gaussove formule
  8. Numerička integracija – kubaturne formule
  9. Numeričke metode za ODJ – jednokoračne metode
  10. Numeričke metode za ODJ – višekoračne metode
  11. Numeričke metode za rješavanje linearnih sustava I

12. Numeričke metode za rješavanje linearnih sustava II
13. Numeričke metode za problem svojstvenih vrijednosti I
14. Numeričke metode za problem svojstvenih vrijednosti II
15. Analiza programskog zadatka

- Vježbe
  Vježbe prate predavanja.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- ostvareno 25% bodova na kolokviju,
- pohađanje predavanja i vježbi.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:
- kolokvij: ostvarivanjem preko 60% bodova student se oslobađa prvog dijela ispita.

Ocjenjivanje na kraju semestra:
- pisani ispit: za prolaz treba ostvariti 50%; pisani ispit je eliminatoran,
- usmeni ispit,
- studenti oslobođeni prvog dijela ispita polažu samo drugi dio.

Doprinosi konačnoj ocjeni:
- kolokvij ili pisani dio ispita 50-60%, usmeni dio ispita 40-50%.

Obvezna literatura:
1. T. Došlić, Numerička matematika, interna skripta GF, Zagreb, 2017.
2. B.P. Demidovich, I.A. Maron, Computational Mathematics, Mir, Moscow, 1976.
3. W.H. Preuss, S.A. Teukolsky: Numerical Recipes, CUP, Cambridge, 1992.

PERSPEKTIVA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (konstrukcijske 8, projektantske 22)

Ciljevi kolegija:
- produbljivanje teorijskih znanja o geometrijskim objektima i njihovim odnosima,
- razvijanje sposobnosti povoljnog određivanja parametara perspektive i očitavanja perspektivne slike,
- primjena znanja u računalnom CAD modeliranju.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- poznavanje metoda paralelnog projiciranja.

Ishodi učenja kolegija:
- savladavanje osnovnih konstruktivnih postupaka u perspektivi,
- poznavanje metoda konstrukcije perspektivne slike,
- poznavanje geometrijskih svojstava ploha višeg reda,
- sposobnost konstrukcije perspektivne slike objekata graditeljstva.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:

1. Centralno projiciranje. Perspektiva. [10]
2. Plohe: kvadrike, rotacijske i translacijske plohe. [2]
3. Modeliranje ploha u CAD programu. [4]
4. Natkrivanja plohama, kupole i svodovi.[4]
5. Pravčasti prostor. Pravčaste plohe 2. stupnja. [2]
6. Pravčaste plohe 3. i 4. stupnja. [4]
7. Zavojnica i zavojna ploha. [2]
8. Prometnica na terenu. [2]

- Vježbe (konstukcijske i projektantske):
  1. Rješavanje zadataka - perspektiva. [10]
  2. Modeliranje tijela u programu Rhino. [4]
  3. Kupole i svodovi – računalno modeliranje. [4]
  4. Pravčaste plohe 2. stupnja – računalno modeliranje. [2]
  5. Pravčaste plohe 3. i 4. stupnja – računalno modeliranje. [2]
  6. Natkrivanja pravčastim plohama – računalno modeliranje. [4]
  7. Prometnica na terenu- računalno modeliranje. [4]

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada 4 programa,
- seminarski rad,
- kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa i seminarskog rada,
- ocjenjivanje kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni dio ispita,
- pozitivno ocijenjeni programi, seminarski rad i kolokvij dovoljni su za priznavanje ispita, student koji na taj način dobije pozitivnu ocjenu s kojom nije zadovoljan može ju popraviti na ispitu.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 35%, seminarski rad 35%, kolokvij 30%,

ili

- pisani ispit 60%, usmeni ispit 40%.

Obvezna literatura:

1. Kurilj, N. Sudeta, M. Šimić: Perspektiva, Arhitektonski fakultet, Zagreb, 2005.
2. V. Niče: Perspektiva, Školska knjiga, Zagreb, 1978.
3. H. Brauner, W. Kickinger: Geometrija u graditeljstvu, Školska knjiga, Zagreb,1980.
4. B. Kučinić i suradnici: Oble forme u graditeljstvu, Građevinar, Zagreb, 1992.

VALOVI I TITRANJA

Bodovna vrijednost (ECTS): 6

Broj sati (ukupno u semestru):
- predavanja: 30
- vježbe: 30 (auditorne: 15, laboratorijske: 15)

Ciljevi kolegija:
- ovladati vještinom nalaženja jednadžbi fizikalnih modela titranja, oscilacija i deformacija,
- postići znanje postavljanja fizikalnih testova i kompjutorskih simulacija fizikalnih problema,
- ovladati vještinom kompjutorskog postavljanja i rješavanja problema.

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):
- matematika preddiplomskog studija uključivo diferencijalne jednadžbe,
- osnove programiranja

Ishodi učenja kolegija:
- ovladavanje jednadžbama iz danih problema: slobodna titranja jednostavnih sistema – žice, ploče; valovi i širenje valova u jednoj, dvije i tri dimenzije; deformacije;
- razumijevanje fizikalna podloga jednadžbi obrađenih u stručnim i matematičkim kolegijima;
- mogućnost nalaženja jednadžbi preko fizikalnih svojstava problema: vezane oscilacije i titranja, širenje akustičnih valova, akustična izolacija;
- modeliranje harmoničkim oscilatorom;
- kompjutersko modeliranje pojedinih fizikalnih modela problema obrađenih u stručnim i matematičkim kolegijima;
- razumijevanje fizikalnih svojstva prisilnih oscilacija i Interferencije;
- razumijevanje fizikalna podloga pojedinih mjerenja u struci.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):
- Predavanja:

1. Slobodna titranja jednostavnih sustava. Primjeri.
2. Slobodna titranja sustava sa više stupnjeva slobode.
3. Prisilna titranja.
4. Valovi. Širenje valova u jednoj i više dimenzija. Zvuk.
5. Refleksija i transmisija valova. Pulsevi i valni paketi.
6. Polarizacija valova.
7. Elektromagnetska titranja i valovi.
8. Interferencija i difrakcija valova.

- Vježbe:

Auditorne i laboratorijske vježbe slijede program predavanja.

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:
- pohađanje predavanja i vježbi.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:
- studenti izrađuju i prezentiraju seminar

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- izrada i prezentacija seminara i završni ispit (seminar je preduvjet pristupanja završnom ispitu).

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- seminar 20%, završni ispit 80%.

Obvezna literatura:

1. F. S. Crawford, Waves: Berkeley physics course v.3, McGraw-Hill College, 1968.
2. H. Georgi, The Physics of Waves, Prentice-Hall, 1993. 3. Henč-Bartolić, V.; Kulišić, P.: Valovi i optika, Školska knjiga, Zagreb, 1989.

GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU

Bodovna vrijednost (ECTS): 4,5

Broj sati (ukupno u semestru):

- predavanja: 15
- vježbe: 30 (projektantske: 30)

Ciljevi kolegija:

- produbljivanje teorijskog znanja o krivuljama i plohama euklidskog prostora,
- primjena geometrijskog znanja u računalnom CAD modeliranju,
- dobiti cjelovitu sliku procesa nastanka nekog objekta, počevši od znanja geometrije, preko parametarskog modeliranja u programima Rhinoceros i Grasshopper, do krajnje faze izrade modela odnosno digitalne fabrikacije (BIM metodologija).

Ulazne kompetencije (predznanja, opisno):

- usvojena znanja iz matematičkih predmeta preddiplomskog studija (Deskriptivna geometrija, Matematika 1 i Matematika 2)

Ishodi učenja kolegija:

- usvojiti osnovna znanja o krivuljama i plohama euklidskog prostora,
- prepoznati i vrjednovati geometrijska svojstva različitih vrsta ploha,
- koristiti stečeno znanje iz geometrije u građevinarstvu,
- primijeniti geometrijske koncepte u parametarskom modeliranju,
- primijeniti parametarsko modeliranje u kreiranju krivulja i ploha u CAD programu te pripremiti model za digitalnu izradu.

Sadržaj kolegija (razrađen prema satnici nastave):

- Predavanja:

1. Uvod u CAD modeliranje (Rhino/grasshopper)
2. Prošireni euklidski prostor. Krivulje u ravnini i prostoru. Parametrizacija krivulje općim parametrom, analitička obrada krivulja
3. Plohe. Analitička obrada ploha. Reprezentacija ploha u CAD programu.
4. Plohe 2. stupnja - kvadrike.
5. Pravčasti prostor. Pravčaste plohe 2. stupnja.
6. Jednoplošni hiperboloid i hiperbolički paraboloid.
7. Tvorba pravčastih ploha. Modeliranje pravčastih ploha u CAD programu
8. Rotacijske i translacijske plohe

9. Plohe dobivene kombinacijom rotacije, translacije i homotetije (zavojne, "trans-scale" plohe).
10. Natkrivanja plohama – računalno modeliranje
11. Mreže ljuske. Aproksimacije ploha s mrežama ravninskih poligona
12. Lamela - plohe.
13. Free-form plohe. Diskretne reprezentacije ploha
14. Pripremanje CAD modela za digitalnu fabrikaciju i izrada kartonskih modela laserskim rezačem
15. Prezentacija programa i modela.

- Vježbe:

1. Uvod u CAD modeliranje (Rhino/grasshopper). Rješavanje zadataka.
2. Ravninske i prostorne krivulje. Grafički prikaz i modeliranje u Rhino i Grasshopperu.
3. Plohe. Modeliranje ploha u Rhinu i Grasshopperu. Rješavanje zadataka. Zadavanje projekta
4. Rješavanje zadataka (Plohe 2. stupnja - stožac, valjak).
5. Rješavanje zadataka (Plohe 2. stupnja - elipsoidi, paraboloidi , hiperboloidi)
6. Rješavanje zadataka (jednoplošni hiperboloid)
7. Rješavanje zadataka (hiperbolički paraboloid)
8. Rješavanje zadataka (translacijske i rotacijske plohe)
9. Rješavanje zadataka (plohe dobivene translacijom, rotacijom i homotetijom)
10. Natkrivanja – računalno modeliranje
11. Rješavanje zadataka. Aproksimacija ploha poligonima.
12. Rješavanje zadataka (Lamela plohe).
13. Rješavanje zadataka (Free.form plohe).
14. Pripremanje CAD modela za digitalnu fabrikaciju i izrada kartonskih modela laserskim rezačem
15. Predaja projekta

Obveze studenata za ostvarivanje prava na potpis:

- redovito pohađanje predavanja i vježbi,
- izrada 2 programa,
- izrada modela,
- kolokvij.

Ocjenjivanje i vrednovanje rada studenata tijekom semestra:

- ocjenjivanje programa i modela,
- ocjenjivanje kolokvija.

Ocjenjivanje na kraju semestra:

- pisani dio ispita: za prolaz treba riješiti 60%,
- usmeni dio ispita,
- pozitivno ocijenjeni programi, modeli i kolokvij dovoljni su za priznavanje ispita, student koji na taj način dobije pozitivnu ocjenu s kojom nije zadovoljan može ju popraviti na ispitu.

Doprinosi konačnoj ocjeni:

- programi 40%, model 40%, kolokvij 20%,

ili

- pisani ispit 60%, usmeni ispit 40%.

Obvezna literatura:

1. Kurilj, N. Sudeta, M. Šimić: Perspektiva, Arhitektonski fakultet, Zagreb, 2005.
2. V. Niče: Perspektiva, Školska knjiga, Zagreb, 1978.
3. H. Brauner, W. Kickinger: Geometrija u graditeljstvu, Školska knjiga, Zagreb,1980.
4. B. Kučinić i suradnici: Oble forme u graditeljstvu, Građevinar, Zagreb, 1992
5. H. Schrober: Transparentshells from topology structure, Ern&sohn, 2015
6. A. Tedeschi: AAD - Algorithms - Aided design, Le Penseur Publisher, 2014.
7. D. Lopez-Perez: R. Buckminster Fuller Pattern-thinking, Lars Muller Publishers, 2020.

Preporučena literatura:

1. J. Beban-Brkić: web-skripta, www.grad.hr/itproject_math/Links/jelena/index.html.
2. V. Niče: Perspektiva, Školska knjiga, Zagreb, 1978.
3. P. Kurilj, N. Sudeta, M. Šimić: Perspektiva, Arhitektonski fakultet, Zagreb, 2005.
4. Gorjanc, Sonja: Pravčaste plohe. web-skripta, www.grad.hr/itproject_math/Links/sonja/pravcaste/pravcaste.html
5. Gray, A.: Modern Differential Geometry of Curver and Surfaces With Mathematica, CRS Press, Boston, London, 1998.

USTROJSTVO STUDIJA

Organizacija nastave i opterećenje studenta

Izvedbeni plan nastave redovitih studenata temelji se na radnom opterećenju studenata od 40 sati tjedno, u što se uračunava nastava, praktične vježbe i drugi oblici nastave te vrijeme potrebno za pripremu studenta.

Nastava se ustrojava po semestrima u skladu s odredbama izvedbenog plana.

Akademska godina ima u pravilu 44 radna tjedna, od čega 30 nastavnih tjedana te 14 tjedana unutar kojih se osigurava vrijeme potrebno za konzultacije, pripremu ispita i ispite i u kojima nema obveze drugih oblika nastave.

Ukupne tjedne obveze studenta u nastavi najviše mogu iznositi 20 sati.

Redoviti student u jednom semestru upisuje od 25 do 35 ECTS bodova.

Posebno uspješnim studentima može se omogućiti upis i više od 35 ECTS bodova radi bržeg završavanja studija ili šireg obrazovanja.

Popis kolegija i/ili modula koje studenti mogu izabrati s drugih studija

Studenti mogu upisati izborne kolegije u dogovoru s voditeljem smjera.

Popis kolegija i/ili modula koji se mogu izvoditi na stranom jeziku

Na stranom jeziku mogu se izvoditi kolegiji navedeni u izvedbenom planu pojedine akademske godine.

Upis u drugu godinu studija

Student može upisati samo one kolegije za koje je stekao preduvjete po programu i planu studija.

Preduvjeti za polaganje i slušanje kolegija diplomskog studija propisani su posebnom odlukom Fakultetskog vijeća.

Student prijediplomskog studija stječe pravo na upis u višu godinu studija kad ispuni studijske obveze propisane općim aktom Fakulteta kojim se određuju pravila studiranja na prijediplomskom studiju Građevinarstvo.

Student koji nije ispunio prethodno navedene uvjete može nastaviti studij prema pravilima propisanim općim aktom Fakulteta kojim se određuju pravila studiranja na prijediplomskom studiju Građevinarstvo.

Predavanja i vježbe

Student je obvezan biti nazočan oblicima nastave koji su utvrđeni studijskim programom i izvedbenim planom, a što je, uz ispunjavanje nastavnih obveza i ostvarivanje odgovarajućih rezultata na provjerama znanja, uvjet za dobivanje potpisa nastavnika.

Ispiti i druge provjere znanja

Znanje studenata može se provjeravati i ocjenjivati tijekom nastave (kolokviji, praktične zadaće i sl.), a konačna se ocjena utvrđuje na ispitu.

Ispit se iz istog kolegija može polagati neograničen broj puta u akademskoj godini. Student koji nije položio ispit iz upisanog kolegija obvezan je ponovno upisati taj kolegij.

Izvedbenim planom može se utvrditi da se neki oblici nastave provode bez ocjenjivanja, ili da se ocjenjuju opisno, ili da se konačna ocjena može utvrditi provjerom i ocjenjivanjem tijekom nastave, ili da se ocjene znanja studenta u pojedinim oblicima nastave uračunavaju u konačnu ocjenu studentova znanja kolegija postignutu u ispitu i/ili drugim provjerama.

Nastavnik koji izvodi nastavu kolegija ima pravo provjeravati i ocjenjivati znanje studenata u svakom obliku nastave.

Ispitni rokovi i način provođenja ispita

Ispitni su rokovi: zimski, ljetni i jesenski. Ispitni rokovi traju najmanje 4 tjedna. U svakom ispitnom roku postoje za svaki kolegij najmanje dva ispitna termina.

Kada je to opravdano, dekan može odrediti i izvanredne ispitne rokove.

Ispitu može pristupiti student koji je zadovoljio sve propisane obveze utvrđene izvedbenim planom nastave. Pravo polaganja ispita ima student iz kolegija koje je upisao i kojih slušanje ima potvrđeno potpisom nastavnika u indeksu.

Završetak studija

Diplomski studij završava izradom i obranom diplomskog rada koji se izrađuje i brani iz jednog od kolegija iz kojeg se može pisati diplomski rad. Kolegiji iz kojih se ne može upisati diplomski rad navedeni su u posebnom općem aktu Fakulteta.

Diplomski rad

Student podnosi zahtjev za diplomski rad pri upisu u četvrti semestar diplomskog studija.

Studenti mogu na prijedlog nastavnika dobiti diplomski rad iz znanstvenoistraživačkih programa i tema koje se ustrojavaju i izvode na Sveučilišta u Zagrebu Građevinskom fakultetu.

Temu diplomskog rada sastavlja mentor, a student je mora dobiti najkasnije 6 tjedana nakon početka nastave u završnom semestru.

Izradom i obranom diplomskog rad ostvaruje se 18 ECTS bodova, te on po težini i opsegu mora biti takav da ga student može izraditi za 540 efektivnih sati rada.

Odbor za diplomske i završne ispite može priznati kao diplomski rad i izum, tehničko unapređenje i sl. ako po svom značaju odgovara diplomskom radu.

O postupku izrade i obrane diplomskog ispita brine se Odbor za diplomske i završne ispite.

Ako pristupnik ne uspije obraniti diplomski rad, Odbor ga upućuje na ponovnu obranu na sljedećem roku, a ako ni tada ne uspije obraniti diplomski rad Odbor ga upućuje na ponovni postupak dobivanja nove teme diplomskog rada.

KAZALO KOLEGIJA

MATEMATIKA 1.....14
DESKRIPTIVNA GEOMETRIJA.....15
OSNOVE INŽENJERSKE INFORMATIKE.....17
MATEMATIČKI PROGRAMI ZA INŽENJERE....18
GEODEZIJA.....19
TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 1.....21
UVOD U GRADITELJSTVO.....23
POVIJEST GRADITELJSTVA.....24
SOCIOLOGIJA RADA I PROFESIONALNA ETIKA 25
SOCIOLOGY OF WORK AND PROFESSIONAL ETHICS.....27
OSNOVE PRAVA ZA GRAĐEVINARE.....28
POSLOVNA EKONOMIJA.....29
ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 1.....30
NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 1. 32
MATEMATIKA 2.....34
FIZIKA.....35
MEHANIKA 1. 37
VISOKOGRADNJE.....39
POZNAVANJE MATERIJALA 40
TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 2.....42
VJEROJATNOST I STATISTIKA.....44
OTPORNOST MATERIJALA 1. 45
MEHANIKA TEKUĆINA.....48
MEHANIKA 2. 51
HIDROLOGIJA.....54
TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 3.....56
GRADIVA.....58
OSNOVE TEHNOLOGIJE BETONA.....60
OTPORNOST MATERIJALA 2. 63
GRAĐEVNA STATIKA 1.....66
UVOD U KONSTRUKTORSKO INŽENJERSTVO 68
MEHANIKA TLA 70
GRAĐEVINSKA REGULATIVA 72
TJELESNA I ZDRAVSTVENA KULTURA 4. 74
PRIMIJENJENA GEOLOGIJA 76
ZAŠTITA OKOLIŠA.....77
OPSKRBA VODOM I ODVODNJA 1. 78
ZAŠTITA VODA 80
BETONSKE I ZIDANE KONSTRUKCIJE.....83
MEHANIKA STIJENA 85
CESTE 87
ŽELJEZNICE.....89
TEHNOLOGIJA GRAĐENJA VISOKOGRADNJA 91
TEHNOLOGIJA GRAĐENJA NISKOGRADNJA..92
GRAĐEVNA STATIKA 2.....93
NUMERIČKO MODELIRANJE KONSTRUKCIJA 95
ORGANIZACIJA GRAĐENJA.....98
METALNE KONSTRUKCIJE.....100
MOSTOVI 102
HIDROTEHNIČKE GRAĐEVINE.....104
TERENSKA NASTAVA 105
DRVENE KONSTRUKCIJE.....106
LAGANE KONSTRUKCIJE.....108
METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA 137
GEOTEHNIČKO INŽENJERSTVO.....137
NUMERIČKO MODELIRANJE U GEOTEHNICI 139
PRIMIJENJENA MEHANIKA TLA 141
MATEMATIKA 3.....142

STOHASTIČKI PROCESI 142
PRIMIJENJENA MEHANIKA STIJENA 143
TEMELJENJE 145
NASIPI I KOSINE..... 146
PRIMIJENJENA GEOLOGIJA..... 149
ZAŠTITA OKOLIŠA 150
DINAMIKA KONSTRUKCIJA I POTRESNO INŽENJERSTVO 150
TEORIJA ELASTIČNOSTI I PLASTIČNOSTI 151
NUMERIČKA MATEMATIKA..... 151
PERSPEKTIVA 151
GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU 151
VALOVI I TITRANJA..... 151
OJAČANJE TLA I STIJENA 152
POTPORNE GRAĐEVINE 153
HIDROGEOLOGIJA I INŽENJERSKA GEOLOGIJA 155
GEOTEHNIČKI LABORATORIJ 157
PODZEMNE GRAĐEVINE 159
GEOTEHNIKA I ZAŠTITA OKOLIŠA 160
DINAMIKA TLA 162
ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2..... 164
NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2. 165
GEOTEHNIČKI PROJEKT 167
TERENSKA ISPITIVANJA I OPAŽANJA 169
METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA 171
HIDRAULIKA 1. 171
HIDROLOGIJA 2. 173
REGULACIJE VODOTOKA 175
MATEMATIKA 3..... 176
STOHASTIČKI PROCESI 177
PLOVNI PUTEVI I LUKE 177
HIDROTEHNIČKE MELIORACIJE 1. 180
OPSKRBA VODOM I ODVODNJA 1. 182
ZAŠTITA VODA 184
PRIMIJENJENA GEOLOGIJA 186
ZAŠTITA OKOLIŠA 186
KONSTRUKCIJE 187
OBRADA PODATAKA U HIDROTEHNICI..... 189
KORIŠTENJE VODNIH SNAGA 192
OPSKRBA VODOM I ODVODNJA 2. 194
URBANA HIDROLOGIJA 196
PROČIŠĆAVANJE VODA 198
MODELIRANJE U HIDROTEHNICI 200
HIDROTEHNIČKE MELIORACIJE 2. 202
POSTUPCI ZAŠTITE OD VODA 204
HIDRAULIKA 2. 206
POTPORNE GRAĐEVINE 208
HIDROGEOLOGIJA I INŽENJERSKA GEOLOGIJA 210
HIDROTEHNIČKI BETONI 210
HIDROTEHNIČKI SUSTAVI 211
PROJEKTIRANJE U HIDROTEHNICI 212
BIOLOŠKE VODOGRADNJE 214
POSEBNI HIDROENERGETSKI SUSTAVI 215
POMORSKE GRAĐEVINE 217
METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA 219
PREDNAPETI BETON..... 219
MOSTOVI 2. 221
METALNE KONSTRUKCIJE 2..... 223
POUZDANOST KONSTRUKCIJA 225
MATEMATIKA 3..... 227
STOHASTIČKI PROCESI 227
BETONSKE I ZIDANE KONSTRUKCIJE 2..... 228

METALNE KONSTRUKCIJE 3. 230
DRVENE KONSTRUKCIJE 2. 232
TRAJNOST KONSTRUKCIJA 1. 235
MONTAŽNE ARMIRANOBETONSKE KONSTRUKCIJE 237
BETONSKE KONSTRUKCIJE 3. 239
MOSTOVI 3. 241
DINAMIKA KONSTRUKCIJA 243
STABILNOST KONSTRUKCIJA 245
TRAJNOST KONSTRUKCIJA 2. 247
VISOKE GRAĐEVINE 250
ISPITIVANJE KONSTRUKCIJA 252
ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2. 254
NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2. 255
SPECIJALNE INŽENJERSKE GRAĐEVINE 257
SPREGNUTE KONSTRUKCIJE 259
POTRESNO INŽENJERSTVO 261
NUMERIČKA MATEMATIKA 262
PERSPEKTIVA 262
GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU 262
VALOVI I TITRANJA 263
OCJENJIVANJE POSTOJEĆIH MOSTOVA 263
POSTOJEĆE ZIDANE KONSTRUKCIJE – PROCJENA I POJAČANJE 265
ALUMINIJSKE KONSTRUKCIJE 267
KONSTRUKCIJSKI ASPEKTI PROJEKTIRANJA FASADA 270
METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA 273
TEORIJA I TEHNOLOGIJA BETONA 273
GRAĐEVINSKA FIZIKA 275
POLIMERI 278
MEHANIKA MATERIJALA 278
MATEMATIKA 3. 278
STOHASTIČKI PROCESI 278
TRAJNOST KONSTRUKCIJSKIH MATERIJALA 279
POSEBNI BETONI I TEHNOLOGIJE 281
BETONSKE I ZIDANE KONSTRUKCIJE 2. 283
PRIMIJENJENA GEOLOGIJA 283
ZAŠTITA OKOLIŠA 283
UPRAVLJANJE KVALITETOM 283
TEORIJA ELASTIČNOSTI I PLASTIČNOSTI 285
PREDGOTOVLJENI SUSTAVI 286
NERAZORNA ISPITIVANJA 288
ZAŠTITA OD POŽARA 289
TEHNOLOGIJA SANACIJA I OJAČANJA 292
BETONI PROMETNICA 294
HIDROTEHNIČKI BETONI 296
METALNE KONSTRUKCIJE 2. 298
ORGANIZACIJA RADA I PROIZVODNJE 298
TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE MATERIJALA 300
NUMERIČKO MODELIRANJE U INŽENJERSTVU MATERIJALA 302
BETONI VISOKIH UPORABNIH SVOJSTAVA . 304
ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA 305
PROJEKTIRANJE EKSPERIMENATA 308
PRIMIJENJENA METALURGIJA 310
ZELENA GRADNJA 312
NUMERIČKA MATEMATIKA 314
PERSPEKTIVA 314
GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU 314
VALOVI I TITRANJA 314
ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2. 314
NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2. 316
METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA 318

ORGANIZACIJA GRAĐENJA 2. 318
UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM GRAĐEVINA 320
METODE OPTIMALIZACIJE U GRAĐEVINARSTVU 322
PROUČAVANJE RADA 323
MATEMATIKA 3 326
STOHASTIČKI PROCESI 326
GRAĐEVINSKI STROJEVI 327
MENADŽMENT U GRAĐEVINARSTVU 329
UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM PROJEKTIMA 330
ZAŠTITA OKOLIŠA 333
ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2. 334
NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2. 335
INFORMACIJSKO MODELIRANJE GRADNJE. 336
TEHNOLOGIJA GRAĐENJA 1. 339
PRAĆENJE I KONTROLA GRADNJE 341
GOSPODARENJE GRAĐEVINAMA 342
NUMERIČKA MATEMATIKA 344
PERSPEKTIVA 344
GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU 344
VALOVI I TITRANJA 344
GRAĐEVINSKI POSLOVNI SUSTAVI 345
METODE PLANIRANJA 347
SOCIOLOGIJA ORGANIZACIJE 348
UPRAVLJANJE LJUDSKIM POTENCIJALIMA . 350
TEHNOLOGIJA GRAĐENJA 2. 352
INVESTICIJSKA POLITIKA 354
POSLOVNE STRATEGIJE GRAĐEVINSKIH PODUZEĆA 356
STRUČNA PRAKSA 357
PRAĆENJE I KONTROLA GRADNJE 358
GOSPODARENJE GRAĐEVINAMA 359
ZAŠTITA NA RADU U GRAĐEVINARSTVU 359
TEHNOLOGIJE OBNOVE I OJAČANJA ZGRADA 360
PROMETNA BUKA 363
PROMETNA TEHNIKA 364
PLANIRANJE I PROJEKTIRANJE CESTA 366
PROJEKTIRANJE I GRAĐENJE ŽELJEZNICA ... 368
MATEMATIKA 3 370
STOHASTIČKI PROCESI 370
MENADŽMENT U GRAĐEVINARSTVU 371
KOLNIČKE KONSTRUKCIJE 372
GORNJI USTROJ ŽELJEZNICA 374
DONJI USTROJ PROMETNICA 377
CESTOVNA ČVORIŠTA 379
PRIMIJENJENA GEOLOGIJA 381
ZAŠTITA OKOLIŠA 381
METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA 381
PROMETNI TUNELI 381
AERODROMI 383
OPREMA PROMETNICA 385
PROMETNI SUSTAVI 387
ODVODNJA PROMETNICA 388
ODRŽAVANJE KOLNIKA 390
VIBRACIJE OD PROMETA 392
METODE POBOLJŠANJA TLA 394
ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2. 396
NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2. ... 396
GOSPODARENJE KOLNICIMA 397
PROMET U MIROVANJU 399
ODRŽAVANJE KOLOSIJEKA 400
GRADSKE ŽELJEZNICE 402

GRADSKE PROMETNICE 403

NUMERIČKO MODELIRANJE KOLOSIJEČNIH KONSTRUKCIJA..... 405

NUMERIČKA MATEMATIKA..... 407

PERSPEKTIVA 407

GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU 407

VALOVI I TITRANJA..... 408

MATEMATIKA 3..... 409

METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA 409

MEHANIKA MATERIJALA 409

NELINEARNA STATIKA ŠTAPNIH KONSTRUKCIJA..... 412

EKSPERIMENTALNE METODE 1. 413

METALNE KONSTRUKCIJE 2..... 415

TEORIJA ELASTIČNOSTI I PLASTIČNOSTI 416

DINAMIKA KONSTRUKCIJA I POTRESNO INŽENJERSTVO 418

METODA KONAČNIH ELEMENATA 421

TEORIJA KOMPOZITA 423

BETONSKE I ZIDANE KONSTRUKCIJE 2..... 424

PLOŠNI NOSAČI 427

ISPITIVANJE KONSTRUKCIJA..... 429

TEORIJA STABILNOSTI 431

METODE TEORIJE ELASTIČNOSTI I PLASTIČNOSTI 433

POLIMERI 435

OSNOVE MEHANIKE LOMA 437

PROGRAMIRANJE POSTUPAKA PRORAČUNA KONSTRUKCIJA..... 439

NUMERIČKE METODE U PRORAČUNU KONSTRUKCIJA..... 440

STOHASTIČKI PROCESI 442

POSEBNA POGLAVLJA OTPORNOSTI MATERIJALA..... 443

STOHASTIČKA ANALIZA KONSTRUKCIJA..... 445

VISEĆE KONSTRUKCIJE OD PLATNA I UŽADI446

PRORAČUN POSTOJEĆIH KONSTRUKCIJA U SEIZMIČKI AKTIVNIM PODRUČJIMA 448

NUMERIČKA MATEMATIKA..... 451

PERSPEKTIVA 451

VALOVI I TITRANJA..... 451

GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU 451

ENGLESKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2..... 451

NJEMAČKI JEZIK U GRAĐEVINARSTVU 2. ... 451

MATEMATIKA 3..... 452

STOHASTIČKI PROCESI 453

METODE ISTRAŽIVAČKOG RADA 454

NUMERIČKA MATEMATIKA..... 456

PERSPEKTIVA 457

VALOVI I TITRANJA..... 459

GEOMETRIJA U GRADITELJSTVU 460