

PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJI GRAĐEVINARSTVA
Studijski programi

Izdavači:

Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet

Hrvatska sveučilišna naklada d.o.o., Zagreb

Urednik:

prof. dr. sc. Mladen Radujković

Urednički kolegij:

prof. dr. sc. Vesna Dragčević
Davor Rajčić, dipl. iur.
Anita Šikić, prof.

Tehničke urednice:

Darija Kovačić
Marija Milić

Lektor:

Ivan Martinčić

Tisak:

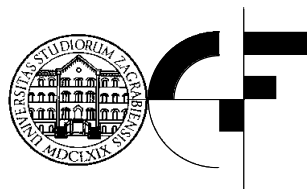
Tiskara Zelina d.d.
Sveti Ivan Zelina

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Fra Andrije Kačića Miošića 26, Zagreb

**PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI
SVEUČILIŠNI STUDIJI
GRAĐEVINARSTVA**

Studijski programi



Zagreb, veljača 2007.

OPĆI PODACI

Adresa: Fra Andrije Kačića Miošića 26

Tel: + 385 1 4639 222

Fax: + 385 1 4828 050

e-mail: ured@grad.hr

url: <http://www.grad.hr>

žiro-račun: 2360000-1101219412

matični broj: 3227120

Uprava Fakulteta

Dekan: prof. dr. sc. Mladen Radujković

Prodekanica za nastavu: prof. dr. sc. Vesna Dragčević

Prodekan za međunarodne

odnose i suradnju: prof. dr. sc. Darko Dujmović

Prodekan za poslovanje: prof. dr. sc. Meho-Saša Kovačević

Prodekan za znanost: prof. dr. sc. Neven Kuspilić

Tajnik: Davor Rajčić, dipl. iur.

Studentska služba

Ana Antolović, voditelj aantolovic@grad.hr

Sandra Fruk Pintar sandraf@grad.hr

Ivana Požgajčić ivanapo@grad.hr

SADRŽAJ

UVOD	7
1. Iz povijesti	7
2. Fakultet danas	9
PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ	13
1. OPĆI DIO	15
2. RASPORED PREDMETA PO SEMESTRIMA	18
3. USTROJSTVO STUDIJA	21
4. NASTAVNI SADRŽAJI	25
4.1. Obvezni predmeti	25
4.2. Izborni predmeti	42
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ	51
1. OPĆI DIO	53
2. RASPORED PREDMETA PO SEMESTRIMA	56
3. USTROJSTVO STUDIJA	77
4. NASTAVNI SADRŽAJI	82
4.1. Zajednički predmeti	82
4.1.1. Obvezni predmeti	82
4.1.2. Izborni predmeti	82
4.2. Predmeti smjerova	89
4.2.1. Smjer GEOTEHNIKA	89
4.2.1.1. Obvezni predmeti	89
4.2.1.2. Izborni predmeti	95
4.2.2. Smjer HIDROTEHNIKA	99
4.2.2.1. Obvezni predmeti	99
4.2.2.2. Izborni predmeti	104
4.2.3. Smjer KONSTRUKCIJE	111
4.2.3.1. Obvezni predmeti	111
4.2.3.2. Izborni predmeti	118

4.2.4. Smjer MATERIJALI.....	120
4.2.4.1. Obvezni predmeti	120
4.2.4.2. Izborni predmeti.....	129
4.2.5. Smjer ORGANIZACIJA GRAĐENJA.....	134
4.2.5.1. Obvezni predmeti	134
4.2.5.2. Izborni predmeti.....	140
4.2.6. Smjer PROMETNICE	145
4.2.6.1. Obvezni predmeti	145
4.2.6.2. Izborni predmeti.....	151
4.2.7. Smjer TEORIJA I MODELIRANJE KONSTRUKCIJA	154
4.2.7.1. Obvezni predmeti	154
4.2.7.2. Izborni predmeti.....	160
BOLONJSKI PROCES	168
POPIS PREDMETA.....	171

UVOD

1. Iz povijesti

Građevinski fakultet u Zagrebu 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 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./98. izdvajanjem stručnih studija sa Sveučilišta osnivaju se veleučilišta te pri Građevinskom fakultetu djeluje Graditeljski odjel Teh-

ničkog 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 se programi više puta inoviraju i prilagođavaju 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, a do danas je diplomiralo oko 6700 studenata. 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. Za njima je uvijek postojala velika potražnja pa njihova nezaposlenost gotovo i nije zabilježena.

Fakultet je akademske godine 1963./64. započeo izvoditi poslijediplomski znanstveni studij građevinarstva. Do sada je 495 osoba steklo akademski stupanj magistra znanosti i promovirano je 189 doktora znanosti. Prva disertacija obranjena je 1922. godine.

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

2. Fakultet danas

Sjedište fakulteta je u Zagrebu, u Ulici fra Andrije Kačića-Miošića 26. Fakultet djeluje još i u Savskoj c. 16 (Hidrotehnički laboratorij).

Fakultet ima deset ustrojbenih jedinica od toga devet zavoda, a njihovim radom upravljaju predstojnici zavoda i Odjel zajedničkih službi, a njihovim radom upravlja tajnik fakulteta. 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 stijena i istražne radove
- Katedra za mehaniku tla i temeljenje

Zavod za hidrotehniku

- Katedra za temeljnu hidrotehniku
- Katedra za vodno gospodarstvo
- 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 fiziku
- Katedra za geometriju
- Katedra za matematičke predmete

Zavod za materijale

- Katedra za istraživanje materijala
- Katedra za tehnologiju materijala

Zavod za organizaciju i ekonomiku građenja

- 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

Zavod za zgradarstvo.

Jedinice Odjela zajedničkih službi jesu: Studentska referada, Tajništvo, Računovodstvo, Knjižnica i Kompjutorska učionica.

Na Fakultetu radi 180 zaposlenika: 73 nastavnika, 32 znanstvena novaka, 23 suradnika u nastavi i 52 zaposlenika u nenastavnom osoblju. Znanstveno-nastavno zvanje od docenta do redovitog profesora ima 64 nastavnika.

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 redovitih studenata. U sklopu Fakulteta aktivno djeluju Studentski zbor Građevinskog fakulteta te Udruga diplomiranih inženjera Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Za potrebe znanstvenog, nastavnog i stručnog rada opremljeno je šest laboratorija, izvedena je lokalna računarska mreža s više od 700 priključaka a oprema učionica omogućava izvođenje suvremene multimedijalne nastave. Knjižnica fakulteta ima oko 25000 naslova te prima 36 domaćih i inozemnih časopisa. Veći broj stranih znanstvenih časopisa dostupan je u on-line verziji putem linka centra za on-line baze podataka Ministarstva znanosti obrazovanja i športa Republike Hrvatske. Sedam kompjutorskih učionica opremljeno je sa oko 100 suvremenih računala. Preko hrvatske akademske mreže CARNET Fakultet je povezan na svjetsku računarsku mrežu Internet.

Fakultet njeguje dugogodišnju sportsku aktivnost. Studentice i studenti Građevinskog fakulteta višestruki su prvaci na sportskim natjecanjima zagrebačkog sveučilišta.

Posljednjih godina u Hrvatskoj se obavljaju veliki razvojni infrastrukturni zahvati, od izgradnje sustava autocesta preko intenzivne urbanizacije do krupnih zahvata održivog razvoja i zaštite čovjekove okoline, i kraj se tome trendu ne nazire. Sve to ukazuje da će se potražnja za visoko obrazovanim građevinarima nastaviti i vjerojatno stalno povećavati u dužem razdoblju.

Fakultet je, sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, donio nove studijske programe, koji su usklađeni sa smjernicama i načelima Bolonjske deklaracije. Načela Bolonjske deklaracije i novi studiji prikazani su na stranici 165.

Preddiplomski studij građevinarstva prvi je u slijedu od tri stupnja sveučilišnih studija građevinarstva. To je jedinstveni, opći trogodišnji sveučilišni studij. Preddiplomski sveučilišni studij građevinarstva, o kojem se ovdje govori, ponajprije je usmjeren stjecanju znanstvenih temelja građevinske struke, ali istovremeno ne zanemaruje stručna znanja koja su prijeko potrebna onima kojima će taj studij biti završni. Studenti sa završenim preddiplomskim studijem imat će sposobnosti ili mogućnosti nastaviti više stupnjeve sveučilišnog studija građevinarstva, imat će dovoljne znanstvene temelje da te studije uspješno prate i završe.

Dvogodišnji diplomski studij građevinarstva drugi je u slijedu od tri stupnja sveučilišnih studija građevinarstva. Namijenjen je najprije studentima koji su uspješno završili odgovarajući preddiplomski sveučilišni studij građevinarstva i žele produbiti temeljna znanja u jednoj od sljedećih grana građevinarstva:

- geotehnika
- građevinski materijali
- hidrotehnika
- konstrukcije
- organizacija i tehnologija građenja
- prometnice
- tehnička mehanika.

Cilj je studija učinkovito savladavanje jedne od navedenih grana građevinske struke, osposobljavanje za vrhunske stručne poslove u toj grani (kao glavni preduvjet, na primjer, za stjecanje javnog ovlaštenja za samostalno djelovanje u struci), ili za razvojna i znanstvena istraživanja u izabranoj grani građevinarstva, ili za daljnje uspješno stručno ili znanstveno usavršavanje putem poslijediplomskog studija.

Poslijediplomski znanstveni studij na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu traje tri godine i logično se nastavlja na diplomski sveučilišni studij, ali mu mogu pristupiti i studenti drugih struka s odgovarajućim predznanjima.

Pri sastavljanju studijskih programa preddiplomskog i diplomskog studija poslužili su nastavni programi preddiplomskih i diplomskih sveučilišnih studija građevinarstva s nekoliko najvrsnijih sveučilišta Europske unije (Tehničko sveučilište u Delftu, Nizozemska, Tehničko sveučilište u Zurichu, Švicarska, Tehničko sveučilište u Hannoveru i Sveučilište u Stuttgartu, Njemačka, Sveučilište u Trstu i Politehnika u Milanu, Italija, Imperial College u Londonu i Sveučilište u Glasgowu, Velika Britanija, itd.), zatim 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, <http://www.euceet.utcb.ro/>, i E4 – Enhancing Engineering Education in Europe, <http://www.unifi.it/tne4/>) i preporuke njemačke udruge agencija za akreditaciju visokoškolskih nastavnih programa u građevinarstvu (ASBau – Akkreditierungsverbund für Studiengänge des Bauwesens: Akkreditierung und Qualitätssicherung zeitgemässer Studiengänge des Bauingenieurwesens an deutschen Hochschulen. ASBau e.V., Berlin, 2003, <http://www.asbau.org>).

Studijski su programi preddiplomskog i diplomskog studija usklađeni i s preporukama Bolonjske deklaracije koje se odnose na osiguranje kvalitete izvođenja nastave i sadržaja studijskih programa, na mobilnost studenata i nastavnika u procesu stjecanja znanja te na postupak priznavanja diploma.

PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

Na prijedlog Nacionalnog vijeća za visoko obrazovanje, ministar znanosti, obrazovanja i športa temeljem članka 51. stavka 2. Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju („Narodne novine“, broj 123/03; 105/04 i 174/04) izdao je 2. lipnja 2005. dopusnicu Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu za izvođenje preddiplomskog sveučilišnog studija građevinarstva.

1. OPĆI DIO

Trajanje studija

Tri godine sa 180 ECTS bodova.

Uvjeti upisa na studij

Svi srednjoškolski programi u trajanju od četiri godine.

Režim studija

Ustrojava se i izvodi po semestrima kao redovni studij.

Stečene kompetencije i poslovi za koje studij osposobljava završenog studenta

Osobne kompetencije

Osoba koja je završila studij sposobna je:

- razmjenjivati informacije, ideje, probleme i rješenja sa stručnim i s laičkim osobama,
- prilagođavati se promjenama u tehnologiji i metodama rada u sklopu cijeloživotnog obrazovanja,
- učinkovito surađivati u stručnim skupinama i prilagoditi se zahtjevima radne okoline,
- razumjeti utjecaje građevinarstva na društvo i okolinu te pokazati moralni i etički stav u rješavanju inženjerskih problema,
- primijeniti stečena znanja i navike u svom daljnjem stručnom i akademskom obrazovanju,
- kritički procjenjivati argumente, pretpostavke, apstraktne koncepte i podatke pri donošenju odluka i rješavati inženjerske probleme na kreativan način.

Akadske kompetencije

Završeni student sposoban je:

- primjenjivati znanja iz matematike, znanosti i tehnologije u građevinarstvu,
- pripremati i provoditi eksperimente te analizirati i interpretirati rezultate,
- prepoznati, opisati i rješavati inženjerske probleme,
- prepoznati interakciju između projektiranja, građenja, marketinga, zahtjeva korisnika i uklanjanja građevine,
- koristiti uobičajene računarske alate za izradu dokumenata, prezentacija, internet stranica, provedbu proračuna i simulacija,
- projektirati konstrukcije na osnovnoj razini,
- voditi manji građevinski zahvat,
- dimenzionirati manje građevinske konstrukcije na statička opterećenja,
- sudjelovati kao suradnik u planiranju, projektiranju, izvođenju, nadziranju i održavanju većih građevinskih zahvata.

Kriteriji i uvjeti prijenosa ECTS bodova

Studentima se priznaje broj ECTS bodova prema odredbama studijskog programa Fakulteta bez obzira na vrijednost ECTS bodova koje predmet 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, a ako je razlika znatna tada samo polaganjem klasifikacijskog ispita.

Akademski naziv koji se stječe završetkom studija

Prvostupnik (baccalaureus)/ prvostupnica (baccalaurea) građevinarstva.

Isprava o završenom studiju

Nakon završenog preddiplomskog sveučilišnog studija studentu se izdaje svjedodžba kojom se potvrđuje završetak studija i stjecanje akademskog naziva.

Uz svjedodžbu studentu se izdaje i dopunska isprava (supplement diplome) 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

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

2. RASPORED PREDMETA PO SEMESTRIMA

I. godina 1. semestar

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Izborni predmet	Uvod u graditeljstvo	2	0	1	3
		Povijest graditeljstva				
2	Matematika 1		4	4	1	9
3	Deskriptivna geometrija		2	3	1	6
4	Fizika		4	1	1	6
5	Osnove inženjerske informatike 1*		1	2	0	3
6	Izborni predmet	Sociologija rada i profesionalna etika	2	0	1	3
		Osnove prava za građevinare				
		Poslovna ekonomija				
		Strani jezik				
Ukupno			15	10	5	30

I. godina 2. semestar

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Matematika 2		4	3	1	8
2	Mehanika 1		2	2	1	5
3	Visokogradnje		3	3	1	7
4	Vjerojatnost i statistika		2	1	1	4
5	Poznavanje materijala		2	1	1	4
6	Osnove inženjerske informatike 2 *		1	1	0	2
Ukupno			14	11	5	30
Ukupno ECTS bodova I. godine			60			

* ne polaže se ispit iz predmeta (obveze studenata ocjenjuju se na vježbama)

II. godina 3. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Otpornost materijala 1	3	3	1	7	
2	Geodezija	2	2	1	5	
3	Mehanika tekućina	3	2	1	6	
4	Mehanika 2	2	1	1	4	
5	Izborni predmet	Građiva	2	2	1	5
		Osnove tehnologije betona				
6	Hidrologija	2	0	1	3	
Ukupno		14	10	6	30	

II. godina 4. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Izborni predmet	Primijenjena geologija	2	0	1	3
		Zaštita okoliša				
2	Otpornost materijala 2	3	2	1	6	
3	Građevna statika 1	4	3	1	8	
4	Mehanika tla i stijena	3	2	1	6	
5	Izborni predmet	Opskrba vodom i odvodnja 1	2	1	1	4
		Zaštita voda				
6	Građevinska regulativa	2	0	1	3	
Ukupno		16	8	6	30	
Ukupno ECTS bodova II. godine		60				

III. godina 5. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Betonske i zidane konstrukcije	4	3	1	8	
2	Geotehničko inženjerstvo	3	2	1	6	
3	Ceste	3	2	1	6	
4	Izborni predmet	Tehnologija građenja visokogradnja	2	0	1	3
		Tehnologija građenja niskogradnja				
5	Izborni predmet	Građevna statika 2	2	2	1	5
		Numeričko modeliranje konstrukcija				
6	Željeznice	2	0	1	3	
Ukupno		16	9	6	31	

III. godina 6. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Organizacija građenja	3	3	1	7	
2	Metalne konstrukcije	2	1	1	4	
3	Mostovi	2	1	1	4	
4	Izborni predmet	Drvene konstrukcije	2	1	1	4
		Lagane konstrukcije				
5	Hidrotehničke građevine	3	0	1	4	
6	Terenska nastava	0	3	0	3	
7	Završni ispit	0	0	1	3	
Ukupno		12	9	6	29	
Ukupno ECTS bodova III. godine		60				
Sveukupno ECTS bodova I. + II. + III. godine		180				

Nastava iz Tjelesne i zdravstvene kulture izvodi se izvan satnice kao obvezna, ali ne pripisuju joj se ECTS bodovi.

3. 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, 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.

Akadska 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 preddiplomskog studija, a u ostalim godinama studija izvodi se kao neobvezna. Ovoj se nastavi ne pripisuju ECTS bodovi.

Izvedbeni plan nastave

Studij se izvodi prema izvedbenom planu nastave.

Izvedbenim planom nastave utvrđuju se:

1. nastavnici i suradnici koji će izvoditi nastavu prema studijskom programu,
2. mjesta izvođenja nastave,
3. početak i završetak te satnica izvođenja nastave,
4. oblici nastave (predavanja, seminari, vježbe, konzultacije, terenski rad, provjera znanja i dr.),
5. način polaganja ispita, ispitni rokovi i mjerila ispitivanja,
6. popis literature za studij i polaganje ispita,

7. mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku,
8. mogućnost izvođenja nastave na daljinu, te
9. ostale važne činjenice za uredno izvođenje nastave.

Preporučena literatura za pojedini kolegij i za pojedini ispit mora biti usklađena s opsegom studijskog programa.

Izvedbeni plan nastave objavljuje se prije početka nastave u odnosnoj akademskoj godini i dostupan je na internet stranicama Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

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

Studenti mogu izabrati neke druge predmete humanističkih i društvenih znanosti, s drugih studija visokih učilišta Sveučilišta u Zagrebu, umjesto izbornog predmeta društvenih odnosno humanističkih znanosti.

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

Na engleskom jeziku mogu se izvoditi slijedeći predmeti:

- Geotehničko inženjerstvo
- Gradiva
- Mehanika tla i stijena
- Organizacija građenja
- Osnove tehnologije betona
- Poznavanje materijala
- Primijenjena geologija
- Sociologija rada i profesionalna etika

Upis u višu godinu studija

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

Preduvjeti za polaganje i slušanje predmeta preddiplomskog studija propisani su posebnom odlukom Fakultetskog vijeća.

Student preddiplomskog studija stječe pravo na upis u višu godinu studija u pravilu kad ispuni sve studijske obveze izražene u ECTS bodovima koje je preuzeo upisom u prethodnu godinu studija.

Student koji nije ispunio prethodno navedene uvjete može nastaviti studij tako da ponovno upiše studijske obveze koje nije ispunio u prethodnoj godini studija te da upiše nove obveze, ali tako da su njegove ukupne studijske obveze u pojedinom semestru od 25-35 ECTS bodova. Ovi studenti mogu prekoredno upisati predmete koji nisu programski povezani s predmetima koje nisu položili.

Predavanja i vježbe

Student je obavezan 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 predmeta može polagati najviše četiri puta. Četvrti put ispit se polaže pred ispitnim povjerenstvom. Student koji četvrti put nije položio ispit iz istog predmeta obavezan je u idućoj akademskoj godini ponovno upisati taj predmet. Ako student i nakon ponovljenoga upisa predmeta ne položi ispit, gubi pravo studiranja na tom studiju.

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 predmeta postignutu u ispitu i/ili drugim provjerama.

Nastavnik koji izvodi nastavu predmeta 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 predmet dva ispitna termina s najmanjim razmakom od 14 dana.

Prema posebnoj Odluci Fakultetskog vijeća student ima mogućnost ispit iz svakog predmeta studijskog programa, neovisno o tome je li to predmet zimskog ili ljetnog semestra, polagati u tri uzastopna redovna ispitna roka.

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

Ako se iz određenog predmeta provodi kontinuirana provjera znanja studenata tijekom semestra, broj i raspored ispitnih rokova za te predmete određuje Fakultetsko vijeće posebnom odlukom.

Ispitu može pristupiti student koji je zadovoljio sve propisane obveze utvrđene izvedbenim planom nastave. Pravo polaganja ispita ima student iz predmeta koje je upisao i kojih slušanje ima potvrđeno potpisom nastavnika u indeksu.

Završetak studija

Preddiplomski studij završava polaganjem završnog ispita iz građevinskih predmeta studijskog programa.

Završni ispit

Temu završnog ispita studentu na početku završne godine studija odobrava Odbor za diplomske i završne ispite.

Završni ispit polaže se pred tročlanim povjerenstvom kojeg imenuje Odbor za diplomske i završne ispite.

4. NASTAVNI SADRŽAJI

4.1. Obvezni predmeti

1403 Matematika 1 (4+4) 9,0

Linearna algebra: vektori; vektorski račun; analitička geometrija u prostoru; apstraktni vektorski prostor R^n . Matrice; osnove matričnog računa; rang matrice; determinante; inverzna matrica; sustavi linearnih algebarskih jednažbi; Gaussova metoda; svojstvene vrijednosti i svojstveni vektori matrice. Analiza: nizovi i redovi brojeva; realne funkcije jedne realne varijable; trigonometrijske funkcije; arkus funkcije; eksponencijalne i logaritamske funkcije; hiperbolne i areahiperbolne funkcije; Limes funkcije; neprekinutost funkcije; derivacija funkcije; pravila deriviranja; diferencijal funkcije; Taylorov red; ekstremi funkcije; točke infleksije; asimptote funkcije; tok funkcije neodređeni integral; određeni integral; Newton-Laibnizova formula; integriranje supstitucijom; parcijalna integracija; primjena određenog integrala; nepravi integral. / *Obvezna literatura*: Kurepa, S.: Matematička analiza I i II. Zagreb: Tehnička knjiga, 1989, 1990.; Kurepa, S.: Uvod u linearnu algebru. Zagreb: Školska knjiga, 1978.; Pauše, Ž.: Matematički priručnik. Zagreb: Školska knjiga, 2003. / *Preporučena literatura*: Krnić, L.; Šikić, Z.: Račun diferencijalni i integralni. Zagreb: Školska knjiga, 1992.; Demidović, B. P. Zadaci i riješeni zadaci iz više matematike s primjenama na tehničke nauke. Zagreb: Tehnička knjiga, 1986.

1404 Deskriptivna geometrija (2+3) 6,0

Krivulje drugog stupnja: projektivna ravnina i projektivni prostor; centralno kolinearna i afina preslikavanja. Mongeova metoda: vrste projiciranja; ortogonalno projiciranje; Mongeova metoda; projiciranje točke; pravca; ravnine; rješavanje položajnih i metričkih zadataka s prikazom u projekcijama; dodatne projekcije, bokocrt, stranocrt; rotacija ravnine; složeni stereometrijski odnosi; prikaz geometrijskih tijela u općem položaju. Aksonometrija: koso projiciranje; aksonometrijske metode; Pohlkeov teorem; Eckartov postupak; aksonometrijski prikaz objekata s primjenom na graditeljstvo. Presjeci: presjeci poliedara ravninama; presjeci valjaka i stožaca; presjeci kugle i rotacijskih ploha; dirne ravnine i normale ploha. Prodori: probodišta pravca s plohom; prodori obliha ploha; prostorne algebarske krivulje; vizualizacija računalom. Tereni: teorijske osnove kotirane projekcije; mjerila; topografske plohe; slojnice i padnice terena; presjek topografske plohe ravninom; trasiranje; poprečni presjek terena; konstrukcija nasipnih i usječnih ploha primjenom elementarnih geometrijskih spoznaja;

geometrijski prikaz situacije zemljanih radova na terenu metodom slojnica; odvodnja; poprečni profil. / *Obvezna literatura*: Szivovicza, V.; Jurkin, E.: Deskriptivna geometrija (Compact Disc), Zagreb, 2006.; Horvatić-Baldasar, K.; Babić I.: Nacrtna geometrija. Zagreb : SAND d.o.o., 2001.; Babić, I.; Gorjanc, S.; Sliječević, A.; Szivovicza, V.: *Nacrtna geometrija – zadaci*. Zagreb: HDKGIKG, 2005. / *Preporučena literatura*: Babić, I.; Gorjanc, S.; Sliječević, A.; Szivovicza, V.: *Konstruktivna geometrija – vježbe*. Zagreb: HDKGIKG, 2002.; Hohenberg, F.: *Konstruktivna geometrija u tehnici* (prijevod s njemačkog). Beograd: Građevinska knjiga, 1996.; Strubecker K.: *Nacrtna geometrija* (prijevod s njemačkog). Zagreb: Školska knjiga, 1969.

1406 Fizika (4+1) 6,0

Mehanika materijalnih čestica i krutih tijela s pokusima u sklopu predavanja. Dinamika, rad, energija, snaga, zakoni očuvanja. Titranja, krivocrtno gibanje, nutacija, precesija, gravitacija, relativni sustavi. Mehanika fluida s pokusima u sklopu predavanja. Eulerov pristup, statika fluida. Laminarni tokovi, gibanje tijela. Viskoznost fluida, vrtlozi, testiranje modela. Kapilarnost, napetost površine. Elektro-magnetizam s pokusima u sklopu predavanja. Coulombov zakon, energija, potencijal, napon, kondenzatori, dipoli, dielektrikumi, struja. Magnetsko polje. Izmjenična struja, zakon indukcije, rad, snaga. Transformatori, električna rezonancija, elektromagnetski valovi. Optika s pokusima i simulacijama u sklopu predavanja. Fermatov princip, ravni valovi, kuglasti valovi, širenje valova. Širenje valova kroz medije, idealni i sferni dioptar, sferna aberacija, boje, fotometrija, vid. Geometrijska optika, fizikalna optika, interferencija, difrakcija, polarizacija, laseri. Akustika s pokusima i simulacijama u sklopu predavanja. Longitudinalni valovi, nastajanje i širenje valova u sredstvima, nadzvučne valne fronte, sluh. Toplina s pokusima i simulacijama u sklopu predavanja. Temperatura, kinetičko-molekularna teorija, rad. Toplina, toplinska svojstva tijela, kalorimetri, mehaničko-toplinski ekvivalent. Termodinamika, 1. i 2. zakon. Kružni procesi, Otto proces, Diesel proces, Carnotov proces, rashladni stroj, toplinska pumpa. Agregatna stanja. Kondukcije, konvekcije i zračenja i njihove kombinacije, ponašanje tijela. Atomistika, struktura i ispitivanje materijala s pokusima i simulacijama u sklopu predavanja. Valovi materije, fotoelektrični efekt, linijski spektri, Franck-Hertzov eksperiment, Bohrov model. Struktura atoma i molekula, struktura materijala, svojstva materijala, svojstva kemijskih veza. Ispitivanje svojstava materijala, X-zrake, elektronska difrakcija. / *Obvezna literatura*: Kulišić, P.: *Mehanika i toplina*. Zagreb: Školska knjiga, 1991.; Henč-Bartolić, V.; Kulišić, P.: *Valovi i optika*. Zagreb: Školska knjiga, 1989.; Pavičić, M.: *Zbirka riješenih zadataka iz fizike*, (2. izdanje). Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1984. / *Preporučena literatura*: Babić, E.,

Krsnik, R. i Očko, M.: Zbirka riješenih zadataka iz fizike. Zagreb: Školska knjiga, 1988.

1416 Osnove inženjerske informatike 1* (1+2) 3,0

Osnove IT: osnove informacijske tehnologije (IT); korištenje računala i upravljanje datotekama. Osnove računalne grafike. Predstavljavanje slika pikselima: 2D elementi; 3D elementi, 3D i 4D objekti razlika između draftinga i objektno orijentiranog crtanja. Predstavljavanje 3D entiteta korištenjem žičanog modela; površine i razne vrste modela tijela; vizualna realnost. Rad s painting programom (Corel Photopaint). Rad s vektorskim programom (Corel Draw). Rad s CAD programom (AutoCAD 2D). Uredski paketi. Obrada teksta: osnovne operacije; operacije s blokovima; kreiranje formata stranice; automatsko generiranje i sadržaja; import grafike i drugih datoteka, kreiranje template-a. Tablične kalkulacije: osnovne operacije; operacije s blokovima; programiranje u ćelijama; crtanje 2D i 3D grafova; fitovanja. Baze podataka: pojam baze; tablice; relacije; upiti; izvještaji; priprema izlaznih rezultata. Prezentacije: razvijanje prezentacije; tekst i slike; grafikoni; dijagrami; crtanje objekata; prezentacijski efekti; priprema izlaznih rezultata. Informacije i komunikacija: Internet; navigacija na WEB-u; pretraživanje WEB-a; elektronska pošta. / *Obvezna literatura*: Algebra myCDL: eLearning sustav – <http://www.grad.hr/myCDL>; Delić, Zulbeari: AutoCAD praktikum web skripta – <http://info.grad.hr/praktikum/acad> / *Preporučena literatura*: Kučinac, R.; Borovac, I.: Osnove računala i Windows XP, Miš 2002.; Habraken J. 10 min Vodič kroz Office XP, Miš 2002.; Vičić, Z.: Internet ukratko, Miš 2002.; Finkelstein, E. AutoCAD 2002 biblija, Miš 2002.; Miljaš, N.: PC-Škola – CorelDraw, PRO-MIL, 2002.

1011 Tjelesna kultura

Aerobic. Fitness. Atletika. Košarka. Nogomet. Odbojka. Rukomet. Plivanje. Vaterpolo. Natjecanja na prvenstvu Sveučilišta. Tribine Zavoda za javno zdravstvo za studente. Škola plivanja za neplivače. Izborni programi: klizanje i jedrenje. Pješачke ture.

1411 Matematika 2 (4+3) 8,0

Obične diferencijalne jednačbe: metoda separacije varijabli; linearna diferencijalna jednačba 1. reda; linearna diferencijalna jednačba 2. reda; linearne jednačbe višeg reda. Funkcije više varijabli: skupovi u R^n ; neprekinutost i limes funkcija više varijabli; derivacija-diferencijal funkcija više varijabli; Teorem srednje vrijednosti; Taylorov teorem srednje vrijednosti; ekstremi funkcija više varijabli. Višestruki integrali: dvostruki integrali; trostruki integrali

računanje integrala supstitucijom); primjene integrala. Polja: skalarna i vektorska polja; gradijent; divergencija i rotacija; specijalna polja. Krivulje i krivuljni intergrali: vektorske funkcije; krivulje; krivuljni integral 1. vrste; krivuljni integral 2. vrste; krivulje u prostoru. Plošni integrali: plohe; plošni integral 1. vrste; plošni integral 2. vrste; Teorem o divergenciji; Stokesov teorem / *Obvezna literatura*: Kurepa, S.: Matematika analiza I, II i III. Zagreb: Tehnička knjiga, 1990.; Pauše, Ž.: Matematički priručnik. Zagreb: Školska knjiga, 2003.; Suljagić S.: Matematika II (web skripta), 2001; http://www.grad.hr/na_stava/matematika/mat2/Internet.html / *Preporučena literatura*: Demidović, B. P.: Zadaci i riješeni zadaci iz više matematike s primjenama na tehničke nauke. Zagreb: Tehnička knjiga, 1986.

1812 Mehanika 1 (2+2) 5,0

Predmet, zadaća i metode statike. Osnovni pojmovi i zakoni. Uvodno o postupcima statike. Dinama. Centralna os. Redukcija sile na točku. Statika materijalne točke. Statika tijela za koncentrirana djelovanja u ravnini. Analitički postupci. Grafički postupci. Koncentrirane sile na paralelnim pravcima i pripadni koncentrirani momenti. Sile na paralelnim pravcima. Centar sila na paralelnim pravcima. Paralelne sile. Težište sustava koncentriranih sila. Statika tijela za koncentrirana djelovanja u prostoru. Distribuirane sile i momenti, težišta. Linijske sile. Plošne sile. Volumenske sile. Određivanje podataka o distribuiranim silama iz statičkih uvjeta. Kontaktne sile i trenje. Sustavi čvrstih tijela općenito. Veze i spojevi. Ravninski statički sustavi. Spojevi ravninskih sustava. Klasifikacija ravninskih sustava. Statička određenost. Elementarni ravninski sustavi. Reducibilni ravninski sustavi. Rešetkasti sustavi. Prostorni statički sustavi. Statika štapnog elementa. Rezne sile. Dijagrami M, T, N. Diferencijalni odnosi. Štapni sustavi. Ravnoteža mehanizama. Ravnoteža idealnog užeta. Lančanice. Formuliranje ravnoteže pomoću virtualnog rada i potencijalne energije. Stabilnost na prevrtanje. / *Obvezna literatura*: Werner, H.; Bjelajac, N.; Raduka V. Bilješke predavanja; Muftić, O. Mehanika i statika. Zagreb : Tehnička knjiga, 1991. / *Preporučena literatura*: Kiričenko, A. Mehanika I. PBI, d.o.o., 1976.; F. P. Beer, E. R. Johnston: Vector Mechanics for Engineers – Statics, McGraw-Hill 1988.

1913 Visokogradnje (3+3) 7,0

Konstruktivne karakteristike elemenata s obzirom na građevinske materijale, zakone statike i fizike zgrade. Zemljani radovi u zgradarstvu, temelji, oplata. Betonski i armiranobetonski elementi i oplata. Zidovi od kamena, umjetnog kamena, mješovito ziđe. Zidovi od opeke. Otvori u zidovima i stijenama, oplata. Obloge zidova, kompozitni zidovi. Pregradni zidovi. Stropovi. Dimnjaci i ventilacije.

Krovišta. Pokrovi. Ravni krovovi. Podovi. Stubišta. / *Preporučena literatura*: Peulić, Đ.: Konstruktivni elementi zgrada I. i II., Tehnička knjiga, Zagreb, 1980.; – Neufert, P.: Elementi arhitektonskog projektiranja, Golden marketing, Zagreb, 2002.

1414 Vjerojatnost i statistika (2+1) 4,0

Događaji i vjerojatnost. Prostor elementarnih događaja. Vjerojatnosni prostor. Događaj. Statistička definicija vjerojatnosti. Klasična definicija vjerojatnosti a priori. Geometrijska definicija vjerojatnosti. Algebra skupova. σ -algebra. Vjerojatnosni prostor. Diskretni vjerojatnosni prostor. Uvjetna vjerojatnost. Nezavisni događaji. Formula produkata vjerojatnosti. Totalna vjerojatnost. Bayesova formula. Slučajne varijable: Diskretne slučajne varijable. Funkcija vjerojatnosti. Funkcija distribucije vjerojatnosti. Očekivanje, varijanca i standardna devijacija. Funkcija diskretne slučajne varijable. Primjeri diskretnih razdioba. Diskretna uniformna razdioba. Binomna razdioba. Poissonova razdioba. Kontinuirane slučajne varijable. Funkcija gustoće vjerojatnosti slučajne varijable. Funkcija distribucije kontinuirane slučajne varijable. Očekivanje, varijanca i standardna devijacija. Funkcija kontinuirane slučajne varijable. Primjeri kontinuiranih razdioba. Kontinuirana uniformna razdioba. Normalna razdioba. Eksponencijalna razdioba. Dvodimenzionalne slučajne varijable. Dvodimenzionalna diskretna slučajna varijabla (dvodimenzionalni slučajni vektor). Funkcija dvodimenzionalnog diskretnog slučajnog vektora. Dvodimenzionalna kontinuirana slučajna varijabla (dvodimenzionalni slučajni vektor). Funkcija dvodimenzionalnog kontinuiranog slučajnog vektora. Korelacija. Statističke metode: Točkaste procjene. Slučajni uzorak veličine n. Uzoračka aritmetička sredina. Uzoračka varijanca. Čebiševljeva nejednakost. Zakon velikih brojeva. Intervali povjerenja. Intervalna procjena očekivanja normalne razdiobe. Intervalna procjena varijance normalne razdiobe. Intervalna procjena vjerojatnosti. Testiranje hipoteza. Pojam statističkog testa. Testovi hipoteza o očekivanju. Testovi hipoteza o varijanci. Testovi hipoteza o vjerojatnosti. / *Obvezna literatura*: Pauše, Ž. Vjerojatnost, Školska knjiga, Zagreb, 1988.; Pauše, Ž. Uvod u matematičku statistiku, Školska knjiga, Zagreb, 1993.; Sarapa, N. Teorija vjerojatnosti, Školska knjiga, Zagreb, 1992.; Pauše, Ž. Riješeni primjeri, zadaci iz vjerojatnosti i statistike, Školska knjiga, Zagreb, 1989. / *Preporučena literatura*: Grinstead, C. M., Snell, J. L. Introduction to Probability, AMS, 1997.; web book (www.dartmouth.edu/%7Echance/teaching_aids/boks_articles/probability_books/amsbook.mac.pdf);

Rice Virtual Lab in Statistics (www.raf.rice.edu/%7Elane/stat_sim/Internet.html);
Virtual Laboratories in Probability and Statistics (www.math.uah.edu/stat)

1515 Poznavanje materijala (2+1) 4,0

Uvod. Klasifikacija materijala i svojstava. Normizacija. Veze među atomima: ionska, kovalentna, metalna, Van der Waalsova. Elektrokemijska svojstva materijala. Struktura čvrstog tijela: kristalno stanje, amorfno stanje, polimerno stanje. Razvoj mikrostrukture: očvršćavanje, fazne promjene, fazni dijagrami. Svojstva površine: površinska napetost, adsorpcija, kapilarne pojave, koloidi. Fizikalni parametri materijala. Termička, akustična, optička i električna svojstva materijala. Odgovor materijala na djelovanje vanjskih sila: tlak, vlak, savijanje, torzija, zamor materijala. Deformacije pod kratkotrajnim i dugotrajnim opterećenjem. Teorije zakazivanja materijala. Mehanika sloma. Reologija tekućina i čvrstih tijela: elastično, viskozno, visokoelastično ponašanje materijala. Puzanje. Zamor materijala. Sadržaj vježbi: Fizikalni parametri materijala. Porozna struktura materijala. Napetost površine. Difuzija. Osmoza. Pinopropusnost. Vodopropusnost. Elektrokemijska ispitivanja materijala. Proračun parametara materijala (fizikalnih, fizikalno-mehaničkih, termičkih, reoloških). Laboratorijska ispitivanja parametara materijala. / *Obvezna literatura*: Young, J.; Mindess, S.; Gray, R. J.; Bentura: *The Science and Technology of Civil Engineering Materials*, Prentice Hall, 1998.; Ukrainczyk, V: *Poznavanje gradiva*, Institut građevinarstva Hrvatske, Alcor, Zagreb, 2001.; Beslač, J. : *Materijali u arhitekturi i građevinarstvu*, Školska knjiga, Zagreb, 1989. / *Preporučena literatura*: Ashby, M. F.; Jones, D. R.: *Engineering Materials 1*, Butterworth Heinemann 1996.; Illston, J. M., Domone, P. L. J. (ed.): *Construction materials – their nature and behaviour*, E & FN SPON Chapman & Hall, 1994.

1416 Osnove inženjerske informatike 2* (1+1) 2,0

Osnove programa Mathematica. Numerički kalkulator (aritmetičke operacije, funkcije, točnost računa, nelinearne jednadžbe, sustavi linearnih i nelinearnih jednadžbi, srednje vrijednosti, medijan, varijanca); Simbolički kalkulator (liste, operacije s listama, vektori i matrice, polinomi i racionalne funkcije, elementarne funkcije, definiranje funkcija, limesi, redovi, deriviranje, integriranje); Sustav za vizualizaciju funkcija i podataka (2D grafika, 3D grafika, animacija). Osnove programiranja. Programske paradigme i programski jezici; sintaksa i semantika. Podaci (tipovi i varijable); osnovne operacije. Tok programa; petlje i grananje. Funkcije; uvod u objektno usmjereno programiranje. Strukture podataka (nizovi i polja). Primjeri: kvadratna jednadžba (grananje; točnost); sekantna metoda za rješavanje nelinearnih jednadžbi, min/max, sortiranje (petlje); vektori i matrice. / *Obvezna literatura*: S. Wolfram : *The Mathematica Book, Help za Mathematicu 5.0*; S. Suljagić: *Praktičan uvod u programski paket Mathematica, webskripta*, <http://tesla.vtszg.hr/~suljagic/> Graditeljski%20odjel/racunala/; S. Alagić: *Principi*

programiranja, Svjetlost, Sarajevo, 1985. / *Preporučena literatura*: V. Benić, J. Beban-Brkić, V. Čuljak, S. Gorjanc: Odabrana poglavlja geometrije i matematike za inženjere pomoću Mathematice, web skripte, http://www.grad.hr/itproject_math/Internet.html; B. Motik, J. Šribar: Demistificirani C++, Element, Zagreb, 2002.

1817 Otpornost materijala 1 (3+3) 7,0

Opće pretpostavke i osnovni elementi proračuna. Vanjske i unutarnje sile. Opći pristup rješavanju problema u znanosti o otpornosti materijala. Analiza naprezanja. Tenzor naprezanja. Diferencijalne jednadžbe ravnoteže i jednadžbe transformacija. Glavna naprezanja. Elipsoid naprezanja. Mohrova kružnica naprezanja. Oktaedarska naprezanja. Analiza deformacija. Pojam pomaka i deformacija. Tenzor deformacija. Jednadžbe transformacija. Glavne deformacije. Uvjeti neprekinutosti. Deformabilne karakteristike čvrstih tijela – fizikalne jednadžbe. Hookov zakon, konstante elastičnosti materijala. Zakon superpozicije, Saint Venantov princip. Dopuštena naprezanja, koeficijent sigurnosti i novija tumačenja sigurnosti konstrukcija. Aksijalno opterećenje štapa – rastezanje i pritisak. Koncentracija naprezanja. Statički neodređeni štapni sustavi. Toplinska i početna naprezanja. Rastezanje užeta lančanice. Naprezanje i deformacije posuda tankih stijenki. Smicanje (odrez). Proračun elemenata opterećenih na smicanje. Geometrijske karakteristike ravnih presjeka štapa – momenti tromosti (inercije). Torzija ravnih štapova. Prandtlova membranska analogija. Statički neodređeni zadaci pri torziji. Savijanje ravnih štapova. Čisto savijanje. Savijanje silama. Proračun čvrstoće pri savijanju. Savijanje sastavljenih i kompozitnih nosača. Koso savijanje. Diferencijalne jednadžbe elastične linije nosača drugog i četvrtog reda i postupci rješavanja. Progibi zbog poprečne sile. Utjecaj temperature na progib. / *Obvezna literatura*: Šimić, V. Otpornost materijala I. Zagreb : Školska knjiga, 2002. / *Preporučena literatura*: Alfirević, I. Nauka o čvrstoći I. Zagreb : Tehnička knjiga, 1995.; Bazjanac, D. Nauka o čvrstoći. Zagreb : Tehnička knjiga, 1967.; Brnić, J.; Turkalj, G. Nauka o čvrstoći I. Rijeka : Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2004.

1009 Geodezija (2+2) 5,0

Uvod: Oblik i veličina zemlje i njezino preslikavanje na karte i planove. Podjela geodezije; (Matematičko-fizikalna geodezija, Satelitska geodezija, Geodetska astronomija, Praktična geodezija, Inženjerska geodezija, Katastar zemljišta, Geoinformacijski sustavi – GIS, Kartografija, Pomorska geodezija). Povijest i budućnost geodezije. Geodetska mjerenja. Metode mjerenja: duljina, horizontalnih i vertikalnih kutova, visinskih razlika. Instrumenti i pribor za geodetska mjerenja

(daljinomjeri, teodoliti, niveliri, mjerne stanice, GPS-uređaji. Sustavi mjera za duljine, površine i kutove. Teorija pogrešaka i račun izjednačenja. Vrste pogrešaka i ocjena točnosti mjerenja. Izjednačenje geodetskih mjerenja: direktnih, posrednih i uvjetnih (Osnovni pojmovi). Koordinatni sustavi u geodeziji, Gauss-Krugerova projekcija. Globalni i lokalni elipsoidni koordinatni sustavi (Opći Zemljin elipsoid, Besselov elipsoid, WGS84. Državni koordinatni sustavi, Osnove Gauss-Krugerova projekcije. Transformacije koordinata. Osnovni geodetski radovi – geodetske mreže. Položajne mreže; Triangulacija, Poligonometrija, Određivanje koordinata stalnih geodetskih točaka (trigonometrijskih i poligonskih) u državnom koordinatnom sustavu. Određivanje visina. Geometrijski nivelman (Podjela nivelmanskih mreža, Određivanje visina stalnih geodetskih točaka – re. Trigonometrijski nivelman, pera. Kartografija. Mjerilo karte, Sadržaj topografskih karata. Projekcije, Tematske karte, Fotokarte. Prikaz reljefa, Mjerenja na karti (Kartometrija). Računanje površina i kubatura. Računanje površina iz: neposrednih mjerenja, koordinata (računatih ili očitanih s karte), grafički. Računanje masa: metodom poprečnih profila, metodom prizmi. Geodetske metode izmjere zemljišta. Klasične metode izmjere zemljišta (ortogonalna, polarna). Fotogrametrijske metode izmjere zemljišta (Aerofotogrametrija, Terestrička fotogrametrija). Satelitsko pozicioniranje, Praktična primjena GPS-a, Izrada originala planova i karata. Geoinformacijski sustavi – GIS. Primjene prostornih podataka; Zemljišni informacijski sustavi, Digitalni modeli reljefa, Topologija. Katastar i zemljišna knjiga. Sadržaj i svrha katastra zemljišta. Zemljišna knjiga. Karte i planovi u službenoj upotrebi; Katastarski planovi, Osnovna državna karta. Geodetski radovi pri projektiranju i građenju. Geodetske podloge za različite faze projekata (idejni, glavni, izvedbeni). Prijenos projekta na teren. Osnovni elementi horizontalnih (duljina, kut) i visinskih iskolčavanja. Geodetski radovi u fazi građenja objekata. Geodetski radovi u pojedinim granama građevinarstva. Geodetski radovi pri projektiranju i građenju; prometnica, tunela, mostova, hidrotehničkih objekata, dalekovoda, zgrada. Projektiranje i trasiranje prometnica. Trasiranje prometnice, stacionaža. Elementi i metode iskolčenja kružne krivine. Elementi i metode iskolčenja prijelaznih krivina: klotoida, kubne parabole, lemniskate. Elementi i metode iskolčenja serpentina. Određivanje pomaka i deformacija geodetskim metodama. Uzroci pomaka i deformacija. Geodetske metode mjerenja pomaka i deformacija (brana, mostova, visokih građevina). Geodetske metode mjerenja dinamičkih modela pri određivanju pomaka i deformacija vanjskog dijela Zemljine kore. Modeli u geodeziji (statički i dinamički). / *Obvezna literatura:* Brankica Cigrovski-Detelić; Geodezija, pisana predavanja (Kopiraonica AGG fakulteta), Zagreb, 2004/05.; Boško Pribičević, Damir Medak; Geodezija u građevinarstvu, V.B.Z. d.o.o. Zagreb, 2003.

1219 Mehanika tekućina (3+2) 6,0

Uvod: osnovni pojmovi o tekućini: polja fizikalnih veličina, fizikalna svojstva tekućina, reološki dijagram, sile na tekućinu. Statika tekućina: jednadžba ravnoteže (Euler) i njezino rješavanje, relativno mirovanje, sila tlaka na površine; plivanje i stabilnost tijela. Kinematika tekućina: gibanje čestica tekućine, strujnica, trajektorija, stacionarnost, jednolikost, konzervativnost, totalna derivacija brzine. Zakon održanja polja. Zakon održanja mase (jednadžba kontinuiteta). Dinamika 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 lokanih i linijskih gubitaka energije, G,T,E linije. Potencijalno strujanje: jednadžbe potencijalnog strujanja, rubni uvjeti, izvor, ponor, dipol. Modeliranje strujanja tekućine: zakoni sličnosti. Mjerenje brzine, tlaka i protoka tekućine; Primjena na hidrotehničke probleme: sustavi pod tlakom, pumpa, turbina; istjecanje: mali otvor, veliki otvor, ustava; prelijevanje: oštrobridni i preljevi praktičnog profila; otvoreni vodotoci: dijagram specifične energije, režimi tečenja; jednoliko strujanje; nejednoliko strujanje: suženje i uzdignuće korita; vodni skok; nanos; strujanje podzemnih voda: Darcyjev zakon; procjeđivanje; Dupuitove pretpostavke; zdenci; sile na tijelo u struji tekućine; dinamički stabilni i nestabilni oblici. / *Obvezna literatura*: Andročec, V.: Interna skripta; Fancev: Mehanika fluida, Tehnička enciklopedija, sv 8. / *Preporučena literatura*: Bilo koja knjiga koja ima u naslovu „Fluid mechanics”; Predavanja I, zadaci iz predmeta Fluid Mechanics poznatijih sveučilišta publiciranih na INTERNETU.

1820 Mehanika 2 (2+1) 4,0

Kinematika: Kinematika materijalne točke. Osnovni pojmovi: položaj, brzina, ubrzanje. Izbor koordinatnog sustava. Zakon gibanja: vektorski, parametarski (koordinatni), prirodni (gibanje po zadanoj trajektoriji). Posebni oblici gibanja, kutna brzina, kutno ubrzanje. Analitički i grafo-analitički postupci pri određivanju rješenja. Složeno gibanje, relativno gibanje, Coriolisovo ubrzanje. Gibanje sustava materijalnih točaka, vezano gibanje. Kinematika nedeformabilnog (krutog) tijela. Translacijsko gibanje krutog tijela, rotacija krutog tijela oko nepomične osi, rotacija krutog tijela oko nepomične točke, gibanje tijela u ravnini, centralna os. Stupnjevi slobode krutog tijela, generalizirane koordinate, sustavi krutih tijela (mehanizmi), Kennedyev teorem. Planovi (polja) brzina i pomaka, primjena planova pomaka. Dinamika: Dinamika materijalne točke: Diferencijalne jednadžbe slobodnog i ograničenog gibanja točke, D'Alambertov princip, količina gibanja, kinetički moment, zakoni održanja i promjene količine gibanja i kinetičkog momenta.

Relativno gibanje materijalne točke, rad sile, konzervativne sile, potencijalna energija, kinetička energija, energijski zakoni. Dinamika sustava materijalnih točaka: položaj centra masa, zakon gibanja centra masa, količina gibanja, kinetički moment, kinetička energija sustava materijalnih točaka, primjena osnovnih zakona dinamike na sustav materijalnih točaka. Osnovno o teoriji sudara materijalnih točaka. Dinamika krutog tijela: momenti tromosti, glavne osi tromosti, Steinerov stavak, vrste gibanja. Translacijsko gibanje: diferencijalne jednadžbe translacijskog gibanja, Rotacija oko nepomične osi: kinetički moment na os rotacije, diferencijalne jednažbe rotacije oko osi, analiza inercijalnog opterećenja, dinamičke reakcije, kinetička energija tijela u rotaciji oko nepomične osi. Ravninsko gibanje krutog tijela: diferencijalne jednadžbe gibanja, D'Alambertov princip, količina gibanja, kinetički moment, zakoni održanja i promjene količine gibanja i kinetičkog momenta, primjena energijskih zakona na ravninsko gibanje krutog tijela i sustava krutih tijela. Teorija malih slobodnih i prisilnih oscilacija jednostupanjskog sustava bez prigušenja. Teorija malih slobodnih i prisilnih oscilacija jednostupanjskog sustava s prigušenjem. / *Obvezna literatura*: Werner, H.; Bjelajac, N.; Raduka, V. Bilješke predavanja; Jecić, S. Mehanika II (Kinematika i dinamika). Zagreb : Tehnička knjiga, 1989. / *Preporučena literatura*: A. Kiričenko, MEHANIKA II, PBI, d.o.o., 1976., Mehanika III, PBI, d.o.o., 1996.; Andrejev, V. : Kinematika, dinamika. Zagreb : Tehnička knjiga, 1973.; Beer, F. P.; Johnston, E. R. Vector Mechanics for Engineers – Dynamics, McGraw-Hill 1988.

1223 Hidrologija (2+0) 3,0

Općenito o vodi: Voda i njezina naravna svojstva, Globalna razdioba i kružno gibanje vode u prirodi – hidrološki ciklus. Atmosfera, procesi i mjerenja u atmosferi: Sastav, svojstva i procesi u atmosferi, meteorološka mjerenja – temperatura, tlak, vlaga, kondenzacija, oborine, evapotranspiracija, obrada mjerenih meteoroloških podataka. Voda na i u tlu: Procesu otjecanja, podzemno i površinsko otjecanje, hidrografija, sliv, riječne doline i riječna korita. Hidrometrija: Hidrometrijska postaja, mjerenje temperature vode, pojave leda, mjerenje vodostaja, mjerenje dubine i brzine tečenja vode u vodotocima, mjerenja protoka vode, nanos i mjerenje nanosa u vodotocima. Obrade hidrometrijskih podataka: Krivulja protoka, nivogrami i hidrogrami, učestalost i trajanje vodostaja i protoka, male, srednje i velike vode. Analiza trenda i linearna korelacija u hidrologiji. Vjerojatnost i statistika u hidrologiji: Empirijska i kompromisna vjerojatnoća, primjena teorijskih razdioba gustoće vjerojatnosti u hidrologiji, kumulativna vjerojatnost i povratno razdoblje, vremenske serije hidroloških i meteoroloških podataka, formiranje statističkih skupova hidroloških podataka, testovi homogenosti i prilagodbe, greške statističkih parametara. Parametarska hidrologija: Parametarske metode određivanja otjecanja, koeficijent

otjecanja, racionalna metoda, empirijske metode za proračun otjecanja prema raznim autorima. / *Obvezna literatura*: Srebrenović, D. Primijenjena hidrologija. Zagreb : Tehnička knjiga, 1986.; Žugaj, R. Hidrologija, udžbenik. Zagreb : Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 2000. / *Preporučena literatura*: Vuković, Ž.: Osnove Hidrotehnike – Knjiga I, Poglavlje 2: Hidrologija, str. 19-133, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1944.; Čavlek, E.: Osnove hidrologije, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1992.; Hrelja, H.: Vjerovatnoća i statistika u Hidrologiji, Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2000.; Ven Te Chow: Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill book Company, New York, 1964.; Viessman, W. Jr., Lewis. L. G.: Introduction to Hydrology, Harper-Collins-College-Publishers, New York, 1996.; Bonacci, O.: Meteorološke i hidrološke podloge, Priručnik za hidrotehničke melioracije, Društvo za odvodnjavanje i navodnjavanje Hrvatske, Zagreb, 1984.

1826 Otpornost materijala 2 (3+2) 6,0

Jednostavniji statički neodređeni sustavi. Nosač na elastičnoj podlozi. Određivanje koeficijenta sigurnosti pri višeosnom stanju naprezanja. Ekvivalentno naprezanje prema teorijama čvrstoće. Usporedba i primjena teorija čvrstoće. Složeno opterećenje ravnih štapova. Savijanje i aksijalno opterećenje. Savijanje i torzija. Ekscentrično opterećenje kratkih štapova. Jezgra poprečnog presjeka. Primjena jezgre poprečnog presjeka. Naprezanje u presjeku pri isključenju vlačne zone. Savijanje i aksijalno opterećenje kompozitnog nosača. Tankostijeni poprečni presjeci. Središte posmika. Teorija zakrivljenih štapova. Naprezanje i deformacije zbog uzdužne i poprečne sile. Čisto savijanje. Opći slučaj savijanja. Racionalni oblici poprečnog presjeka zakrivljenog štapa pri čistom savijanju. Potencijalna energija. Teorem o uzajamnosti rada i pomaka, Castiglianovi teoremi, Crotti – Engesserov teorem. Princip o minimumu potencijalne energije deformacija. Princip o stacionarnosti potencijalne energije sustava. Izvijanje, gubitak elastične stabilnosti. Izvijanje štapa u elastičnom području. Eulerova kritična sila. Izvijanje štapa u plastičnom području. Proširenje Eulerova izraza za kritičnu silu uvođenjem tangentnog modula. Vitki štap pod zajedničkim djelovanjem uzdužnog i poprečnog opterećenja. Dimenzioniranje štapova opterećenih na izvijanje – uvjet stabilnosti. Proračun konstrukcija prema teoriji plastičnosti. Model idealnog elastoplastičnog materijala. Uvjet plastičnosti. Plastična torzija i plastično savijanje ravnog štapa. Utjecaj rasterećenja, zaostala naprezanja. Analiza graničnih stanja statički neodređenih konstrukcija. Statički i kinematički teoremi. Dimenzioniranje prema teoriji graničnih stanja. / *Obvezna literatura*: Šimić, V. Otpornost materijala II. Zagreb: Školska knjiga, 2002. / *Preporučena literatura*: Alfirević, I. Nauka o čvrstoći II. Zagreb : Golden marketing, 1999.; Bazjanac, D. Nauka o čvrstoći.

Zagreb : Tehnička knjiga, 1967.; Timošenko, S. Otpornost materijala I i II. Beograd: Građevinska knjiga, 1965.

1827 Građevna statika 1 (4+3) 8,0

Predmet, zadaća i metode GS. Proračunska shema konstrukcije. Osnovne pretpostavke i načela. Diferencijalne i integralne jednadžbe ravnoteže. Nosači s jednim diskom. Ravni nosači sa zglobovima; analitički i grafički postupci proračuna. Rešetkasti nosači; statička određenost i geometrijska nepromjenjivost; analitički i grafički postupci proračuna. Trozglobni i srodni nosači: Trozglobni nosači i nosači sa zategama; analitički i grafički postupci proračuna. Ojačani, poduprti i obješeni nosači; analitički i grafički postupci proračuna. Rad. Virtualni pomaci. Teorem o virtualnim pomacima za kruta tijela. Primjena. Utjecajne funkcije i utjecajne linije. Kritično opterećenje. Elastični sistemi. Pomaci i progibne linije. Varijacijski postupci. Prostorni statički određeni sistemi. Statički neodređene konstrukcije. Metode rješavanja. Metoda sila: Osnovni sistem. Jednadžbe metode sila. Rješavanje sustava jednadžbi. Matrica popustljivosti i matrica transformacije. Prisilni pomaci i utjecaj topline. Redukcijski stavak. Metoda pomaka: Jednadžbe ravnoteže. Matrična formulacija. Statička i kinematička kondenzacija. Pomaci. Simetrija i antimetrija. / *Obvezna literatura*: V. Simović: *Građevna statika I*, Građevinski institut, Zagreb, 1988.; M. Anđelić: *Građevna statika II*, Građevinski fakultet, Zagreb, 2005.; *Građevna statika. Primjeri, zadaci, bilješke...*, www.grad.hr/nastava/gS, 1998.-2004. / *Preporučena literatura*: L. P. Felton & R. B. Nelson: *Matrix Structural Analysis*, Wiley, New York, 1997.; J. C. McCormac & J. K. Nelson: *Structural Analysis. A Classical and Matrix Approach*, Addison-Wesley, Reading, 1997.; W. Wunderlich & W. D. Pilkey: *Mechanics of Structures. Variational and Computational Methods*, CRC Press, Boca Raton, 2003.

1128 Mehanika tla i stijena (3+2) 6,0

Osnovna svojstva tla: sastav i podrijetlo tla, faze i odnosi, gustoće, granulometrija, konzistentna stanja, klasifikacija. Voda u tlu: pritisci, kapilarnost, tečenje, efektivna naprezanja. Krutost: edometar, moduli, konsolidacija. Čvrstoća tla: direktno smicanje, Mohr-Coulombov zakon, drenirana i nedrenirana čvrstoća. Plitki temelji: dodatna naprezanja, slijeganje, nosivost. Osnovna svojstva stijenske mase: heterogenost, anizotropija, diskontinuiranost, elementi opisivanja pukotina. Klasifikacija i kategorizacija stijenske mase. Osnove određivanja čvrstoće i deformabilnosti stijenske mase. Terenski istražni radovi u tlu i stijeni. / *Obvezna literatura*: Nonveiller, E. (1981): *Mehanika tla i temeljenje građevina*, II. Izdanje. Školska knjiga, Zagreb; Goodman, R. E. (1989): *Introduction to Rock Mechanics*,

John Wiley & Sons, New York, USA / *Preporučena literatura*: Craig, R. F. (1997): Soil Mechanics. Spon Press. London.; Coduto, D. P. (1998): Geotechnical Engineering, Principles and Practices. Prentice Hall, NJ, USA.

1631 Građevinska regulativna (2+0) 3,0

Pravna počela: Temeljni pojmovi. Pravna norma. Sustav, izvori i subjekti prava. Pravni odnosi i poslovi. Građevinska regulativa: Projekt gradnje kao složeni sustav. Upravljački sustav. Upravljeni sustav. Neposredni i posredni čimbenici projekta gradnje. Struktura i uloga građevinske regulative u projektu gradnje: Državna građevinska regulativa. Autnomna građevinska regulativa. Pravila struke i ostala građevinska regulativa. Životni ciklus projekta gradnje: Prethodni istražni radovi i studije podrške. Planski dokumenti uređenja prostora. Uređenje građevinskog zemljišta. Regulativni modeli i ključne aktivnosti projekta gradnje. Priprema projekta i izrada projektne dokumentacije. Idejni projekt, Glavni projekt. Izvedbeni projekt. Unutarnja i vanjska kontrola projektne dokumentacije. Ustupanje i ugovaranje građevinskih radova. Građenje građevine i završni obračun izvedenih radova. Uporaba i održavanje građevine. Uklanjanje građevine. Projekt uklanjanja građevine. Sudionici u projektu gradnje i zakonska ovlaštenja: Investitor. Projektant. Revident. Izvoditelj. Stručni nadzor. Dokumentacija za ustupanje radova i usluga: Tenderska dokumentacija. Obvezatna gradilišna dokumentacija. Građevinska dozvola. Građevinski dnevnik. Izvedbena i obračunska dokumentacija. Dokumentacija o kvaliteti izvedenih radova i ugrađenih proizvoda. Temeljni regulativni dokumenti. Svrha, vrste i postupci ishoda dozvola. Izvadak iz detaljnog plana uređenja prostora. Lokacijska dozvola. Načelna građevinska dozvola. Građevinska dozvola za dio ili za cijelu građevinu. Uporabna dozvola. Dozvola za uklanjanje građevine. Inspekcijski i upravni nadzor. Strukovne udruge /Hrvatska komora arhitekata i inženjera; i FIDIC: Ciljevi. Dokumenti. Sustav djelovanja. Izvori trgovačkog prava. Trgovačka društva-poduzeća. Vrste vrijednosnih papira i način primjene. Obvezni odnosi. Ugovori o gradnji, koncesiji, prodaji, zakupu, pričuvu, licenci, ulaganju, prijevozu stvari i depozitu. Bankovna jamstva. / *Obvezna literatura*: Bienenfeld, J., Kasabašić, Š., Mrduljaš, D., Sarvan, D.: Komunalno gospodarstvo, gradnja i prostorno uređenje, Novinformat, Zagreb, 2004. / Gorenc, V.: Trgovačko pravo-poduzeće, ŠK, Zagreb, 1992. / Gorenc, V.: Trgovačko pravo-ugovor, ŠK, Zagreb, 1993. / <http://www.nn.hr/> / *Preporučena literatura*: FIDIC: Ugovaranje radova u graditeljstvu, Koprojekt, Zagreb, 1997. / Murdoch, J., Huges, V.: Construction Contracts / Law and management, E and FN Spon, London, 1993.

1332 Betonske i zidane konstrukcije (4+3) 8,0

Općenito o betonskim konstrukcijama – značenje i uporaba, povijest i razvoj, prednosti i mane armiranog betona. Što projekt betonskih konstrukcija mora sadržavati. Fizikalno-mehanička svojstva betona i čelika za armiranje, čvrstoće i vrste betona i armature. Prionljivost betona i armature, sidrenje, nastavljanje i oblikovanje armature, zaštitni slojevi. Osnovne postavke dimenzioniranja armiranobetonskih konstrukcija prema graničnom stanju nosivosti, napreznih na savijanje. Djelovanja na konstrukciju. Primjer proračuna. Ploče koje nose u jednom smjeru, ploče s konzolnim prijepustom, stubišta, kontinuirane ploče. Minimalna i maksimalna armatura. Proračun i plan armature. Proračun greda pravokutnih i greda oblika T-presjeka. Principi i metode proračuna centrično opterećenih konstruktivnih elemenata (stupovi i zidovi). Osnovni pojmovi prednapetog betona. Osnovni pojmovi montažnih konstrukcija. Uvod, povijest zidanih konstrukcija. Zidane konstrukcije kao „energijski štedljive“ zgrade. Oznake. Temeljne postavke proračuna zidanih konstrukcija. Temeljni zahtjevi. Djelovanja na konstrukciju. Gradiva zidanih konstrukcija. Zidni elementi. Mort. Betonska ispuna. Čelik za armiranje. Nearmirano ziđe. Ponašanje konstrukcije i stabilnost. Proračunska čvrstoća ziđa. Armirano ziđe. Armirani zidovi, zidni nosači i stropne konstrukcije. Prednapeto ziđe i nove vrste ziđa. / *Obvezna literatura*: Tomičić, I. Betonske konstrukcije. Zagreb: Društvo Hrvatskih građevinskih konstruktora, 1996.; Tomičić, I. Priručnik za proračun armiranobetonskih konstrukcija. Zagreb : Društvo Hrvatskih građevinskih konstruktora, 1996.; Sorić, Z.: „Zidane konstrukcije I”, (drugo, prošireno izdanje). Zagreb, travanj 2004. / *Preporučena literatura*: Hrvatske norme HRN ENV 1992, norme za betonske konstrukcije (Eurokod 2), Hrvatske norme HRN ENV 1996, norme za zidane konstrukcije (Eurokod 6), Hrvatske norme HRN ENV 1991, norme za opterećenja konstrukcija (Eurokod 1), Hrvatske norme HRN ENV 1998, norme za seizmička područja, Predavanja i vježbe.

1133 Geotehničko inženjerstvo (3+2) 6,0

Kosine: granična analiza, stabilnost, utjecaj tečenja. Nasute građevine, usjeci, građevne jame, zbijanje, kontrola ugradnje, dreniranje, filtri, brtvljenje. Bočni pritisci: mirni potisak, aktivni tlak, pasivni otpor. Potporne konstrukcije: vrste, sidra, stabilnost. Plitki temelji: samci, trake, roštilji, ploče, interakcija, nosivost, slijeganje. Duboki temelji: vrste, piloti, nosivost i slijeganje, negativno trenje, grupe pilota. Inženjerski problemi u mehanici stijena. Ispadanje blokova i deformacijska analiza. Interakcijska matrica. Podzemne građevine: elementi primarnog podgradnog sustava, sekundarni podgradni sustav, metode iskopa, utjecaj na objekte na površini. Metode mjerenja i opažanja geotehničkih konstrukcija. Poboljšanje tla i

stijena. / *Obvezna literatura*: Nonveiller, E. Mehanika tla i temeljenje građevina, II. Izdanje. Zagreb : Školska knjiga,1981.; Hoek, E. (2000): Rock Engineering, A Course Notes, <http://www.rocscience.com> / *Preporučena literatura*: Tomlinson, M. J. 1995): Foundation Design and Construction. Longman Scientific and Technical, Harlow; Bowles, J. E. (1982): Foundation Analysis and Design. McGraw Hill, NY.; Coduto, D. P. (1994): Foundation Design, Principles and Practices. Prentice Hall, NJ.

1734 Ceste (3+2) 6,0

Povijesni razvoj: terminologija, podjela. Cestovna vozila: dimenzije, opterećenja. Kretanje vozila: brzina otpori vožnje. Promet: prometno opterećenje, propusna moć. Poprečni presjek ceste: prometni i slobodni profil. Horizontalno vođenje linije: pravac, klotoida, kružni luk, elementi iskolčenja. Vertikalno vođenje linije: nagibi nivelete, vertikalne krivine. Prostorno vođenje linije. Geometrija vozne površine: proširenje, vitoperenje, preglednost. Odvodnja ceste: rigoli, jarci, drenaže, propusti. Materijali za građenje cesta. Donji ustroj: zemljani radovi, linija masa, zidovi. Kolničke konstrukcije: podloge, zastori. Cestovna čvorišta: u razini, izvan razine, kombinirana. Prometne površine: parkirališta, stajališta, uslužni objekti. Oprema ceste: cestovna signalizacija, sigurnosna oprema. / *Obvezna literatura*: Korlaet Ž. Uvod u projektiranje i građenje cesta, Zagreb: Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1995., udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, str. 208.; Dragčević V.; Korlaet Ž.: Osnove projektiranja cesta, Zagreb: Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2003. udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, str. 93./ *Preporučena literatura* sadržana je u popisima navedenim u obveznoj literaturi.

1739 Željeznice (2+0) 3,0

Osnove željeznica: povijesni razvoj, podjela željeznica. Željeznička vozila: vagoni, lokomotive, vrste vuče, zajednički sklopovi željezničkih vozila. Osnove trasiranja i vođenja linije: vrsta pruge, horizontalne i vertikalne krivine, nagibi nivelete. Kolodvori: podjela kolodvora (putnički i teretni), oprema kolodvora. Sile koje djeluju na kolosijek: sile u ravnini kolosijeka, sile okomito na ravninu kolosijeka. Elementi gornjeg ustroja kolosijeka: tračnice, pragovi, kolosiječni pribor, kolosiječni zastor. Uređaji željezničkog gornjeg ustroja: skretnice, okretnice, prenosnice. Osnovni zahtjevi na uređenje kolosijeka: kolosijek u pravcu, kolosijek u krivini. Radovi na kontroli i održavanju kolosijeka: vrste kontrole, održavanje kolosijeka po visini i smjeru. Specijalne željeznice: zupčaste, jednotračničke, uspinjače, spuštalice, žičare. / *Obvezna literatura*: Prister, G.; Pollak, B. Željeznice – gornji stroj i specijalne željeznice. Zagreb : Građevinski Institut, 1988.; Lakušić,

S. Željeznice. Interna skripta. / *Preporučena literatura*: Esveld, C. Modern Railway Track, *Second Edition*. MRT Productions, Zaltbommel, 2001.

1640 Organizacija građenja (3+3) 7,0

Uvod u organizaciju građenja (Razvoj organizacije, Načela organizacije, Osnovne posebitosti građevinske proizvodnje, Tipovi građevinske proizvodnje). Sustav i projekt (Primjena analize sustava na proučavanju projekta, Pojam projekta, Podjele projekata, Faze projekata, Razlike projekta i proizvodnje). Osnove upravljanja građevinskim projektima (Građevinski projekt, Upravljanje građevinskim projektima, Faze građevinskog projekta, Izvodljivost građevinskih projekata, Rukovođenje građenjem, Voditelj građevinskog projekta, Rad u timu, Upravljanje kvalitetom-vremenom-troškovima.). Projektiranje organizacije građenja (POG) (Razlozi POG, Metodološki pristup POG, Zadaci POG, Podloge za izradu POG, Sadržaj POG, Izrada POG). Organizacija građevinskih procesa (Proučavanje metoda rada, Osnovni elementi rada u građevinarstvu, Zastoji i gubici, Mjerenje i normiranje rada, Varijante u radnim procesima). Organizacija gradilišta (Privremene zgrade i naselja na gradilištu, Skladištenja i skladišta, Pogoni i radionice, Vanjski i unutarnji transporti, Gradilišne saobraćajnice, Električna energija na gradilištu, Opskrba vodom i odvodnja na gradilištu, Ograde na gradilištu, Shema uređenja gradilišta). Planiranje građenja (Proces planiranja, Postupak izrade plana, Metode linijskog planiranja, Metoda mrežnog planiranja PDM, Praćenje izvršenja plana). Proračun troškova i cijene građevinskih radova. (Struktura troškova gradnje; Troškovi radne snage, Troškovi materijala, Troškovi strojeva i opreme, Struktura indirektnih troškova gradilišta, Troškovi uprave poduzeća, Dodatna kalkucija, Faktor raspodjele troškova, Analize cijena, Kalkulacija cijene građevinskih radova). Organizacija sudionika u procesu građenja; (Sudionici u procesu građenja, Odnosi sudionika, Organizacijske strukture, Dokumentacija upravljanja procesom građenja, Obvezna gradilišna dokumentacija). Zaštita na radu na gradilištu (znr); (Pravila i propisi znr, Elaborat znr i uređenje gradilišta, Oznake opasnih mjesta i prostora, Električne instalacije, strojevi i uređaji, Radne skele, Rad na visini i u dubini, Osobna zaštitna sredstva, Zaštita od požara na gradilištu, Organizacija prve pomoći, Mjere znr kod zemljanih, tesarskih, betonskih i armiračkih radova). / *Obvezna literatura*: Radujković M. – Organizacija građenja, 2004. (trenutno nerecenzirana skripta, do početka novog programa bit će knjiga); Lončarić R. – Organizacija izvedbe graditeljskih projekata, HDGI, Zagreb, 1995. / *Preporučena literatura*: Marušić J. – Organizacija građenja, FS, Zagreb, 1994.; Harris F., McCaffer R. – Modern Construction Management, Blackwell Scientific Publication, Oxford, 2004.

1341 Metalne konstrukcije (2+1) 4,0

Terminologija i definiranje materije kolegija. Značajke čelika kao građevnog materijala. Vrste građevinskih čelika, proizvodnja i svojstava. Zaštita od korozije i požara. Koncept pouzdanosti čeličnih konstrukcija. Djelovanja na konstrukcije. Otpornost poprečnih presjeka i konstrukcijskih elemenata. Osnove projektiranja hala i višekatnih građevina. Primjena kompjutera kod projektiranja. Usklađivanje konstrukcijskih svojstava elemenata i priključaka. Konstrukcijsko oblikovanje. Izrada i montaža čeličnih konstrukcija. Projektiranje podržano pokusom. Konstrukcije iz aluminijskih legura. / *Obvezna literatura*: Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Metalne konstrukcije 1. Zagreb : IGH, 1994.; Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Metalne konstrukcije 2. Zagreb : IA Projektiranje, 1995.; Džeba, I.; Androić, B.; Dujmović, D. Metalne konstrukcije 3. Zagreb : IA Projektiranje, 1998. / *Preporučena literatura*: Hirt/Bez: Stahlbau, Ernst und Sohn, 1998., Dowling, P.: Structural Steel Design, 1988.

1342 Mostovi (2+1) 4,0

Uvod, definicije, dijelovi, gradiva. Vrste mostova. Temeljni zahtjevi na mostove. Prometni uvjeti. Djelovanja na mostove. Dinamički utjecaji. Činitelji pouzdanosti. Elementi dispozicije. Nosive strukture u mostovima. Donji ustroj. Oprema mosta. Postupci građenja mostova. Održavanje mostova. Pregled povijesti mostogradnje. Dometi u mostogradnji. / *Obvezna literatura*: Radić, J.: Mostovi, Dom i svijet, Zagreb 2002.; Radić, J.; Mandić, A.; Puž, G.: Mostovi – priručnik / *Preporučena literatura*: K. Tonković: Mostovi, Liber Zagreb 1981.; Wai-Fah, Chen, Lian Duan: Bridge Engineering Handbook, CRC Pres 2000

1245 Hidrotehničke građevine (3+0) 4,0

Uvod: Značaj i uloga vode u razvoju ljudske zajednice; Hidrotehnički sustavi i hidrotehničke građevine u gospodarenju vodama; Hidrotehničke građevine – svrha, definicije, podjela. Podloge za projektiranje hidrotehničkih građevina. Vrste proračuna i opterećenja hidrotehničkih građevina: Funkcionalnost; Mehanička otpornost; Stabilnost; Određivanje opterećenja od vode i ostalog okoliša; sheme opterećenja za beton i temeljenje. Cjevovodi i uređaji na njima: Cjevovodi pod tlakom; Cjevovodi sa slobodnim vodnim licem; Drenaže. Kanali i građevine na kanalima. Hidrotehnički tuneli i uređaji na njima: Hidrotehnički tuneli pod tlakom; Hidrotehnički tuneli sa slobodnim vodnim licem. Građevine za obranu od poplava na rijekama. Građevine za uređenje riječnog toka. Cestovni propusti i građevine za odvodnju cesta. Pomorske građevine. Prevodnice. Brane. Akumulacije i uređaji na njima. Hidroelektrane. Ostale hidrotehničke građevine: Akvadukti; Sifoni; Čepovi;

Propusti. / *Obvezna literatura*: Stojić P. Hidrotehničke građevine I, II i III. Split : Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, 1997,1998 i 1999.; Đorđević B. Korištenje vodnih snaga – objekti hidroelektrana. Beograd : Naučna knjiga i Građevinski fakultet, 1989. / *Preporučena literatura*: Savić: Uvod u hidrotehničke građevine; Beograd, Građevinski fakultet, 2003.

Terenska nastava (0+3) 3,0

Studentima se kroz auditorne vježbe daje prikaz proizvodnih pogona i gradilišta koji će se obići za vrijeme terenske nastave. Tijekom semestra predviđena su četiri obilaska terena, i to dva pogona (ciglana i betonara sa separacijom te dva gradilišta). Gradilišta se odabiru prema trenutnom raspolaganju i aktualnosti. Literatura su katalogi i prospekti proizvođača

4.2. Izborni predmeti

1301 Uvod u graditeljstvo (2+0) 3,0

Osnovni podaci i pojmovi iz graditeljstva. Definicije i obilježja građevina. Iskoni i razvitak graditeljske struke i poziva inženjera. Građevinski inženjeri u Hrvatskoj. Počeci školovanja graditelja, povijest Građevinskog fakulteta. Veliki hrvatski graditelji i njihova djela. Nosive strukture. Prometnice. Hidrotehničke gradnje. Mostovi. Građenje pod zemljom i pod vodom. Gospodarske zakonitosti u graditeljstvu. Održivost i građenje. Estetika u građevinarstvu. Osobiti suvremeni dometi u graditeljstvu. / *Preporučena literatura*: R. S. Narayanan, A. W. Beeby: Introduction to Design for Civil Engineers, Spon Press, London 2001.; D. Doran: Eminent Civil Engineers, Whittles Publishing, Caithness 1999. J. Radić: Spomen knjiga 125 godina HIS-a, Zagreb, 2003.; K. Tonković: Priče o građenju, Građevinski fakultet, Zagreb 1976.

1902 Povijest graditeljstva (2+0) 3,0

Umjetnost građenja i povijest graditeljstva. Graditeljstvo kao samostalni proces: konstruktivni elementi; povijesno uvjetovan oblik. Građevina kao organizam. Graditeljstvo Mezopotamije. Graditeljstvo Egipta. Graditeljstvo Egeje. Graditeljstvo Grčke. Graditeljstvo Rima. Graditeljstvo kasne antike i ranog kršćanstva. Graditeljstvo srednjeg vijeka: predromanika; romanika. Graditeljstvo gotike. Novi vijek I – humanizam i renesansa. Graditeljstvo baroka i klasicizma. Novi vijek II. – Temelji nove arhitekture. Sadašnjost: strujanja i tendencije. /

Preporučena literatura: Müller, W.; Vogel, G.: Atlas arhitekture 1 i 2. Zagreb : Golden marketing, 1999.

1607 Sociologija rada i profesionalna etika (2+0) 3,0

Osnovni pojmovi: rad; sociologija; sociologija rada; profesionalna etika. Povijest rada. Klasična teorija rada. Teorija „humanih odnosa”. Zadovoljstvo na radu. Radna karijera. Profesionalizam. Profesionalna etika. Radne grupe. Konflikti na radu. Specifičnosti rada u građevinarstvu. Psihološki i sociološki aspekti rada u građevinarstvu. Budućnost rada. / *Obvezna literatura:* Haladin, S.: Tehnologija i organizacija: uvod u sociologiju rada i organizacije. Zagreb: Društvo za organizaciju građenja Republike Hrvatske, 1993. / *Preporučena literatura:* Vecchio, R. P. Organizational behavior: core concepts. Mason, Ohio: Thomson/South-Western, 1966.; Miller, D. C.; Form. V. H. Industrijska sociologija. Zagreb: Panorama, 2003.; Taylor, F. W. Naučno upravljanje. Beograd: Rad, 1967.; Šporer, Ž. Sociologija profesije: ogled o društvenoj uvjetovanosti profesionalizacije. Zagreb: Sociološko društvo Hrvatske. 1990.; Parkinson, C.; Northcote; Rustomji M. K. Biblija za menadžere. Zagreb: Privredni vjesnik, 1984.

1008 Osnove prava za građevinare (2+0) 3,0

Predmet upoznaje studente sa osnovama prava, izvorima prava, hijerarhijom pravnih propisa, najznačajnijim institutima iz zakona Republike Hrvatske te prava Europskih integracija. Osnove prava izvori i hijerarhija pravnih propisa. Odgovarajuća poglavlja statusnog prava. Odgovarajuća poglavlja obveznog prava s naknadom štete. Odgovarajuća poglavlja stvarnog prava. Odgovarajuća poglavlja zemljišno-knjižnog prava. Odgovarajuća poglavlja poreznih propisa. Odgovarajuća poglavlja radnog prava. Osnovna pitanja normizacije. / *Obvezna literatura:* Rajčić, D., Osnove prava za građevinare – skripta, Zakoni, podzakonski akti i odgovarajući udžbenici profesora Pravnog fakulteta.

1609 Poslovna ekonomija (2+0) 3,0

Poslovno okruženje; pojam privređivanja, pokazatelji privrednog razvitka, faktori ekonomskog razvitka, tehnička struktura privrede. Poduzeće, poduzetništvo i poduzetnik pojam poduzeća i njegove funkcije, poduzetništvo – značenje i uloga poduzetništva u graditeljskoj privredi, poduzetnik. Tržište (pojam i funkcija, struktura tržišta); potražnja (pojam, elastičnost,) ponuda (pojam, elastičnost), zakon ponude i potražnje, proces reprodukcije. Reprodukcijski tok; elementi ulaza, elementi izlaza. Oblici ulaganja u reprodukciju; poslovna sredstva; osnovna sredstva, kapacitet, amortizacija, obrtna sredstva. Troškovi i kalkulacije cijene;

cijena koštanja, cijena prodaje, cijena nabave. Poslovni uspjeh i mjerila; ekonomičnost, produktivnost, rentabilnost. / *Obvezna literatura*: Dragana Grubišić, Poslovna ekonomija, Ekonomski fakultet sveučilišta u Splitu, Split 2004. / *Preporučena literatura*: J. E. Manser, Economics – a foundation course for the built environment, E&FN Spon, London, UK 1995.

1010 Engleski u građevini (2+0) 3,0

What's Cool about Being an Engineer. Go Where the Action Is. Environmental Engineering. Disposal of Wastes. Principal Construction Materials. The Birth of Modern Structures and Improved Materials. Tunnels. Canals. Transportation Engineering. Construction of a Road. Bridges. How are Bridges Built?. Designing an Airport. Rail Transport. Structural Actions. Domes. What Holds a Dome together?. The Forces Acting on Bridges. Skyscrapers. How to Resist Wind. Dams. / *Obvezna literatura*: Alemka Kralj Štih: English in Civil Engineering. Zagreb : Hrvatska sveučilišna naklada, 2004.; A. Prager: Trojezični građevinski rječnik, Masmedia, Zagreb, 2002.; V. Simović: Leksikon građevinarstva, Masmedia, Zagreb, 2002. / *Preporučena literatura*: M. Frank: Modern English – A Practical Reference Guide, Prentice Hall, Inc., London; R. Eldwar: Understanding Building, MIT Press, Massachusetts, 1998.; Cecil D. Elliott: The Development of Materials and Systems for Buildings, MIT Press, Cambridge, 1994.

1010 Njemački u građevini (2+0) 3,0

Bauingenieurwesen: Was ist Bauingenieurwesen?; Wie wird man ein Internet Bauingenieur(in)?; Bauingenieure haben ein weites Feld. Hochhäuser: Erfindungen veränderten das Aussehen von Bauten; Die Entwicklung der ersten Wolkenkratzer; Der erste Wolkenkratzer – Die Kathedrale des Handels; Wie sicher sind Hochhäuser?; Hochhauskonstruktion. Brücken: Die Brücken; Ein Brückenmodellbau; Der Ablauf eines Brückenmodellbaus; Die größte Drehbrücke der Welt. Dämme: Das Beispiel eines Damms. Tunnel: Die Geschichte der Tunnelkonstruktion; Tunnelbauverfahren. Straßenbau : Der Straßenbau. Türme und Kuppeln: Kuppelbau; Alexandre Gustav Eiffel – ein Mann der Perfektion. Flughäfen: Flughafen. / *Obvezna literatura*: Alemka Kralj Štih: Deutsch im Bauingenieurwesen, Sveučilišna skripta, Zagreb, 2004. / *Preporučena literatura*: F. Leonhardt: Ingenieurbau: Bauingenieure gestalten die Umwelt, Carl Habel Verlag, Darmstadt, 1994., [www. Bau.de](http://www.Bau.de)

1521 Gradiva (2+2) 5,0

Zrnati kompoziti: mehanika zrnatih kompozita, sastav, struktura i svojstva. Agregat: vrste agregata; sastav i struktura, karakteristike. Veziva: anorganska i

organska veziva. Cement: sastav i hidratacija portland cementa, mikrostruktura i svojstva produkata hidratacije, portland cementi različitog sastava, poroznost i struktura pora. Beton: svojstva svježeg i očvrstlog betona, trajnost betona. Asfalt beton: bitumen, tekući asfalti, bitumenske mješavine. Metali: sastav i struktura, mehanička svojstva, korozija i zaštita od korozije. Drvo: struktura drva, inženjerska svojstva drva, oštećenja u drvu i njihov utjecaj na mehanička svojstva. Staklo. Keramika: sastav i svojstva, proizvodnja. Polimeri i plastika: klasifikacija i svojstva, dodaci i punila. Ljepila, boje i lakovi. Kompozitni materijali ojačani vlaknima: mehanika kompozita ojačanih vlaknima, vlakna i matrice. Izolacijski materijali. Fizikalno mehanička ispitivanja cementa. Svojstva agregata za beton. Ispitivanje svježeg betona. Ispitivanje čvrstoća i deformacija očvrstlog betona. Fizikalno mehanička ispitivanja bitumenskih mješavina. Mehanička i elektrokemijska svojstva metala. Fizikalna i mehanička svojstva drva. Fizikalna i mehanička svojstva stakla. Mehanička svojstva polimernih materijala. Nerazorna ispitivanja materijala. / *Obvezna literatura*: Young, J.; Mindess, S.; Gray, R. J., Bentura: *The Science and Technology of Civil Engineering Materials*, Prentice Hall, 1998.; Ukrainczyk, V.: *Poznavanje gradiva*, Institut građevinarstva Hrvatske, Alcor, Zagreb, 2001.; Ukrainczyk, V.: *Beton – struktura, svojstva, tehnologija*, Alcor, Zagreb, 1994.; Bjegović, D. i dr.: *Auditorne vježbe*, Praktikum, Aktivna nastava, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1994.; Beslač, J.: *Materijali u arhitekturi i građevinarstvu*, Školska knjiga, Zagreb, 1989.; Đureković, A.: *Cement, cementni kompozit i dodaci za beton*, Školska knjiga, Zagreb, 1996. / *Preporučena literatura*: Ashby, M. F.; Jones, D. R.: *Engineering Materials 1*, Butterworth Heinemann 1996.; Illston, J. M., Domone, P. L. J. (ed.): *Construction materials – their nature and behaviour*, E & FN SPON Chapman & Hall, 1994.; Taylor, G. D.: *Materials in Construction*, second edition, Longman Group UK Limited, 1994.

1522 Osnove tehnologije betona (2+2) 5,0

Uvod. Povijest betona. Agregat: vrste agregata, sastav i struktura, karakteristike. Veziva: anorganska i organska veziva. Cement: sastav i hidratacija portland cementa, mikrostruktura i svojstva produkata hidratacije, portland cementi različitog sastava, poroznost i struktura pora. Beton: svojstva svježeg i očvrstlog betona, trajnost betona; asfalt beton: bitumen, tekući asfalti, bitumenske mješavine; ugradnja betona; osiguranje i kontrola kvalitete betona. *Sadržaj vježbi*: Fizikalno mehanička ispitivanja cementa; svojstva agregata za beton; ispitivanje svježeg betona; ispitivanje čvrstoća i deformacija očvrstlog betona; fizikalno mehanička ispitivanja bitumenskih mješavina; programi kontrole kvalitete. / *Obvezna literatura*: Ukrainczyk, V.: *Poznavanje gradiva*, Institut građevinarstva Hrvatske, Alcor, Zagreb, 2001.; Ukrainczyk, V.: *Beton – struktura, svojstva,*

tehnologija, Alcor, Zagreb, 1994.; Bjegović, D. i dr.: *Auditorne vježbe, Praktikum, Aktivna nastava*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1994.; Beslač, J. : *Materijali u arhitekturi i građevinarstvu*, Školska knjiga, Zagreb, 1989.; Đureković, A.: *Cement, cementni kompozit i dodaci za beton*, Školska knjiga, Zagreb, 1996. / *Preporučena literatura*: Ashby, M. F.; Jones, D. R.: *Engineering Materials 1*, Butterworth Heinemann 1996.; Illston, J. M., Domone, P. L. J. (ed.): *Construction materials – their nature and behaviour*, E & FN SPON Chapman & Hall, 1994.; Taylor, G. D.; *Materials in Construction*, second edition, Longman Group UK Limited, 1994.

1124 Primijenjena geologija (2+0) 3,0

Općenito o geologiji. Mineralogija: metode istraživanja, fizička i kemijska svojstva minerala, kristalografija, sistematika minerala. Petrologija: magmatske, sedimentne i metamorfne stijene, struktura i tekstura stijena, načini pojavljivanja. Opća geologija: egzogene i endogene sile – seizmička aktivnost, sloj, tektonski oblici: rasjed, bora, navlaka, pukotina. Hidrogeologija: prisutnost vode u Zemlji, tipovi podzemnih voda, poroznost i propusnost stijena. Inženjerska geologija: osnovne klasifikacije, klizišta, kamenolomi, tuneli. Karakteristike krških i nizinskih područja. / *Obvezna literatura*: Herak, M. : Geologija, 1990.; Šestanović, S.: Osnove geologije i petrologije, 2001. / *Preporučena literatura*: T. West: *Geology Applied to Engineering*, 1994.; Monroe, J. & Wicander, R.: *Physical geology*, 2004.; Plummer, C., McGeary, D. & Carlson, D. : *Physical Geology*, 2004.

1225 Zaštita okoliša (2+0) 3,0

Uvod. Temeljni ekološki pojmovi: Ekologija; Životno stanište; Životna zajednica; Ekosustav; Biološka raznolikost. Promjene u biosferi: Promjene u atmosferi; Onečišćenje pedosfere; Onečišćenje hidrosfere; Onečišćenje ispuštanjem energije; Smanjenje biološke raznolikosti. Utjecaj graditeljstva na okoliš: Utjecaj gradova; Utjecaj odlagališta otpada; Utjecaj prometnica; Utjecaj vodogradnji. Održivi razvoj i graditeljstvo: Održivi razvoj; Načela održivog razvoja u graditeljstvu. Mjere i postupci zaštite okoliša: Politički i sociološki pristup; Pravne mjere; Planiranje i gospodarenje prostorom; Gospodarske i financijske mjere; Znanstveni pristup i tehnološke mjere; Institucionalne mjere. / *Obvezna literatura*: Vuković, Ž.: Interna skripta / *Preporučena literatura*: Odum, P. E.: *Fundamentals of Ecology*, W. B. S. C., 1971.; Gondie, A.: *The Human Impact of the Naturel Enviromental*, 1990.; Carpenter, T. G.: *Environment, Construction and Sustainable Development*, Volume 1 and 2, John Wiley & Sons, 2001.

1229 Opskrba vodom i odvodnja 1 (2 + 1) 4,0

Opskrba vodom: uvod; vodoopskrbni sustavi; potrošnja vode; izvorišta; vodozahvati; crpne stanice; kondicioniranje vode; vodospreme; vodoopskrbne mreže; kućni vodovodi. Odvodnja: uvod; sustavi odvodnje; mjerodavne količine otpadnih voda; kanalizacijske mreže; građevinske kanalizacijske mreže; pročišćavanje otpadnih voda; ispusti; kućne kanalizacije. / *Obvezna literatura*: Skripte s predavanja; J. Margeta: Kanalizacija naselja, Sveučilište u Splitu, Split 1998. / *Preporučena literatura*: Steel, E. W., Mc Ghee T. J.: Water Supply and Sewerage, Mc Graw Hill Book Company, London 1991.

1230 Zaštita voda (2+1) 4,0

Temeljna ekološka načela. Svojstva vode: fizikalna, kemijska, mikrobiološka. Pokazatelji stanja voda i veličine onečišćenja. Kronično i akutno onečišćenje – najveći dozvoljeni unos onečišćenja, pristup standarda efluenta i kombinirani pristup. Integralno upravljanje kakvoćom vode u slivu: kontrola koncentriranih i raspršenih izvora onečišćenja, postupci čišćenja otpadnih voda, modeli kakvoće vode (osnovni model Streeter-Phelpsa i matematički model QUALL), ispuštanje vode u vodna tijela (model CORMIX). Zaštita okoliša od negativnog djelovanja prometnica. Studija o zaštiti okoliša; znanstvena, tehnološka, ekonomska, pravna i sociološka ishodišta. Direktive EU o zaštiti voda. / *Obvezna literatura*: Interna skripta na CD-u; Tedeschi S.: Zaštita voda, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, 1997. / *Preporučena literatura*: Metcalf & Eddy; Wastewater Engineering, Treatment Disposal, Reuse, McGraw-Hill International Editions, 2002.

1635 Tehnologija građenja visokogradnja (2+0) 3,0

Građevinski radovi visokogradnje. Tehnika i tehnologija građenja. Građevinska mehanizacija. Tehnologija zemljanih radova u visokogradnji. Strojevi za zemljane radove. Vozila. Oprema za bušenje pri miniranju stijene. Učinak strojeva za zemljane radove. Planiranje tehnologije zemljanih radova u visokogradnji. Tehnologija transportiranih betona u visokogradnji. Mješalice za beton. Tvornice betona. Armirački pogoni. Sredstva transporta betona. Toranjske dizalice. Učinak toranjskih dizalica. Radna postolja i gradilišna dizala. Oprema za ugradnju betona. Tehnika i tehnologija za proizvodnju, transport i ugradnju žbuka. Skele i oplata u visokogradnji. Oplatni sustavi. Sustavi skela. Izbor skela i oplata. Planiranje tehnologije betonskih radova u visokogradnji / *Obvezna literatura*: www.grad.hr → djelatnici → dr. sci. Zdravko Linarić → Dokumenti raspoloživi za download „ – „Leksikon osnovne građevinske mehanizacije“; „Učinak građevinskih strojeva“; „Postrojenja za proizvodnju gradiva“, I. dio, Drobilane, Tvornice betona (betonare),

Asfaltne baze (asfaltna postrojenja)“ / *Preporučena literatura*: Gorazd Bučar: „Tesarski, armirački i betonski radovi na gradilištu“, Građevinski fakultet J. J. Strossmayera u Osijeku, 1997.; Rudolf Lončarić: „Organizacija izvedbe graditeljskih projekata“, HDGI, 1995.; Freddy L. Roberts i dr.: „Vruće asfaltne mješavine“, HSGI, 2003.; Eduard Slunjski: „Strojevi u građevinarstvu“, HDGI, Zagreb, 1998.

1636 Tehnologija građenja niskogradnja (2+0) 3,0

Građevinski radovi niskogradnje. Tehnika i tehnologija građenja. Građevinska mehanizacija. Tehnologija zemljanih radova u niskogradnji. Strojevi za zemljane radove. Vozila. Oprema za bušenje pri miniranju stijene. Pokretne drobilane. Učinak strojeva za zemljane radove i vozila. Planiranje tehnologije zemljanih radova u niskogradnji. Tehnologija asfaltnih radova. Asfaltna postrojenja. Strojevi za asfaltna radova i obnovu asfaltnih zastora. Tehnologija transportiranih betona u niskogradnji. Mješalice za beton. Tvornice betona. Sredstva transporta betona. Oprema za ugradnju betona. Finišeri za betonske kolovoze. Skele i oplata u niskogradnji. Oplatni sustavi. Sustavi skela. Izbor skela i oplata. Planiranje tehnologije betonskih radova u niskogradnji. / *Obvezna literatura*: www.grad.hr → djelatnici → dr. sci. Zdravko Linarić → Dokumenti raspoloživi za download „Leksikon osnovne građevinske mehanizacije“; „Učinak građevinskih strojeva“; „Postrojenja za proizvodnju gradiva, I. dio, Drobilane, Tvornice betona (betonare), Asfaltne baze (asfaltna postrojenja)“ / *Preporučena literatura*: Gorazd Bučar: „Tesarski, armirački i betonski radovi na gradilištu“, Građevinski fakultet J. J. Strossmayera u Osijeku, 1997., Rudolf Lončarić: „Organizacija izvedbe graditeljskih projekata“, HDGI, 1995; Freddy L. Roberts i dr.: „Vruće asfaltne mješavine“, HSGI, 2003.; Eduard Slunjski: „Strojevi u građevinarstvu“, HDGI, Zagreb, 1998.

1837 Građevna statika 2 (2+2) 5,0

Metoda sila: simetrija i antisimetrija; elastično težište; upeti luk. Metoda pomaka: inženjerska metoda pomaka. Relaksacijski postupci: Crossov postupak; postupak Wernera i Csonke. Utjecajne funkcije i utjecajne linije na statički određenim i neodređenim sistemima. Prostorni sistemi. Roštiljni sistemi. Zidovi s otvorima. Osnovni pojmovi geometrijske i fizikalne nelinearnosti. Uvod u metodu konačnih elemenata. / *Obvezna literatura*: Simović, V. *Građevna statika I*. Zagreb : Građevinski institut, 1988.; Anđelić, M. *Građevna statika II*. Zagreb : Građevinski fakultet, 2005.; Građevna statika. Primjeri, zadaci, bilješke..., www.grad.hr/nastava/ga, 1998.-2004. / *Preporučena literatura*: L. P. Felton & R. B.

Nelson: Matrix Structural Analysis, Wiley, New York, 1997.; J. C. McCormac & J. K. Nelson: Structural Analysis. A Classical and Matrix Approach, Addison-Wesley, Reading, 1997.; W. Wunderlich & W. D. Pilkey: Mechanics of Structures. Variational and Computational Methods, CRC Press, Boca Raton, 2003.

1838 Numeričko modeliranje konstrukcija (2+2) 5,0

Pojam diskretizacije. Jaka i slaba formulacija problema. Metoda pomaka: Inženjerska metoda pomaka. Relaksacijski i gradijentni postupci: Crossover postupak, Postupak Wernera i Csonke. Prostorni sistemi. Roštiljni sistemi. Zidovi s otvorima. Ritzova metoda. Uvod u metodu konačnih elemenata. Osnovni pojmovi geometrijske i materijalne nelinearnosti. Pojam proračunskog modela. Metoda pomaka. Relaksacijski postupci. Upoznavanje računalnih programa za proračun konstrukcija. / *Obvezna literatura*: J. Sorić: Metoda konačnih elemenata, Golden marketing, Zagreb, 2004.; M. Anđelić: *Građevna statika II*, Građevinski fakultet, Zagreb, 2005. / *Preporučena literatura*: L. P. Felton & R. B. Nelson: Matrix Structural Analysis, Wiley, New York, 1997.; D. Lazarević, J. Dvornik: PLOŠNI NOSAČI: Bilješke s predavanja; W. Wunderlich & W. D. Pilkey: Mechanics of Structures. Variational and Computational Methods, CRC Press, Boca Raton, 2003.

1343 Drvene konstrukcije (2+1) 4,0

Opći pregled drvenih konstrukcija: povijesni razvoj, sustavi, metodološki pristup. Drvo kao materijal: svojstva punog drva, lameliranog lijepljenog drva i pločastih materijala na osnovi drva; klasifikacija drvene građe u konstrukterstvu. Protupožarna sigurnost, zaštita i trajnost drvenih konstrukcija. Postupci proračuna drvenih konstrukcija: važeći standardi i EUROCODE 5. Spajala u drvenim konstrukcijama: čavli, vijci, trnovi, vijci za drvo, moždanici, ljepila, patentirana spajala, spojevi s tankim limovima. Proračun nosivosti spajala po važećim propisima i EC5. Složeni presjeci: tlačni elementi i elementi izloženi savijanju. Podatljivost. Klasične tesarske drvene konstrukcije. Načela proračuna elemenata, oblikovanje i proračun detalja veza elemenata. Krovišta klasične i suvremene izvedbe. Rešetkasti nosači. Načela proračuna, oblikovanje i proračun detalja veza u klasičnoj i suvremenoj varijanti izvođenja. Prijenos sila kod proračuna detalja. Lamelirani nosači: osnove dimenzioniranja tipskih lameliranih nosača paralelnih pojaseva i nosača trapeznog oblika. Oblikovanje i karakteristični detalji. Osnove projektiranja ravninskih okvirnih sustava. Načela proračuna, oblikovanje i proračun detalja. Prostorna stabilnost drvenih konstrukcija. / *Obvezna literatura*: Bjelanović, A.; Rajčić, V. Drvene konstrukcije prema europskim normama. Zagreb: Hrvatska

sveučilišna naklada, 2005.; Eurocode 5: Prijevod EC5 propisa na hrvatski jezik, interno Katedra za drvene konstrukcije, Zagreb, 1998.; Žagar, Z. Drvene konstrukcije I i II. Zagreb: Pretei d.o.o., 2003. / *Preporučena literatura* (na stranom jeziku): DIN 1052: Teil 1, Teil 2, Teil 3, Teil 4, 2000.; 2. Informationdienst Holz: Düsseldorf, 1995.

1344 Lagane konstrukcije (2+1) 4,0

Dimenzioniranje drvenih elemenata prema Eurocode 5. Geodetske kupole: geometrija, štapni i panelni nosivi sustavi, pokrovi, detalji veza u čvorovima, izvedba i montaža, modeliranje. Pneumatske konstrukcije: pneumatski baloni, pneumatski jastuci, pneumatske grede, lukovi i diskovi, modeliranje. Lagane membranske konstrukcije: tipovi konstrukcija, načini stabilizacije membrana, oslanjanje, modeliranje. Sinergetske konstrukcije: načela ponašanja pri preuzimanju vanjskih djelovanja, sustavi za upravljanje (regulacija nosivosti i stabilnosti) i nadziranje. Tensional Integrity sustavi: ultralagane prostorne konstrukcije, integrirani sustavi tlačnih i vlačnih elemenata, modeliranje. Primjeri izvedenih konstrukcija: tipovi, prostorno djelovanje, detalji izvedbe i montaže, proračunski modeli i simulacije ponašanja. / *Obvezna literatura: Žagar, Z. Drvene konstrukcije II. Zagreb : Pretei d.o.o., 2003./ Preporučena literatura: Fuller, B.: Sinergetics, McMillan Publ. Co. Inc., New York, 1975.; Mathys, P. I., Jing, T. F.: Floating Saddle Connections for Georgia Dome, USA, SEI Journal, Vol. 4., No. 3, 1994.; Motro, R.: Tensegrity Systems and Geodesic Dome, Space Structure Jnl, Special Issue on Geodesic Forms, Vol. 5., No. 3&4, 1990.; Internet stranice*

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

Na prijedlog Nacionalnog vijeća za visoko obrazovanje, ministar znanosti, obrazovanja i športa temeljem članka 51. stavka 2. Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju („Narodne novine“, broj 123/03; 105/04 i 174/0) izdao je 2. lipnja 2005. dopusnicu Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu za izvođenje diplomskog sveučilišnog studija građevinarstva za smjerove:

- Geotehnika
- Hidrotehnika
- Konstrukcije
- Organizacija građenja
- Materijali
- Prometnice
- Teorija i modeliranje konstrukcija

1. OPĆI DIO

Trajanje studija

Dvije godine sa 120 ECTS bodova.

Uvjeti upisa na studij

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

Režim studija

Ustrojava se i izvodi po semestrima kao redovni studij.

Stečene kompetencije i poslovi za koje studij osposobljava završenog studenta

Osobne kompetencije (povrh onih iz preddiplomskog sveučilišnog studija građevinarstva)

Osoba koja je završila studij sposobna je:

- prihvatiti analitički pristup radu, temeljen na širem poznavanju znanosti,
- preuzeti vodeću ulogu u poduzećima i istraživačkim organizacijama te doprinosti inovacijama,
- planirati, nadzirati i izvoditi stručne, razvojne i znanstvene projekte,
- rastumačiti svoje zamisli i projekte suradnicima,
- pronalaziti rješenja tehničkih i ljudskih 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,

- prihvatiti odgovornost za vlastite odluke,
- prihvatiti zahtjeve drugih struka i biti spreman sudjelovati u interdisciplinarnim aktivnostima.

Akadske kompetencije (povrh onih iz preddiplomskog sveučilišnog studija građevinarstva)

Završeni je student sposoban:

- sveobuhvatno razumjeti opće fenomene i probleme građevinarstva, a posebno u grani građevinarstva u kojoj se specijalizira,
- 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 specijalizirao,
- razvijati granu građevinarstva u kojoj se specijalizirao, uvažavajući spoznaje iz drugih znanstvenih disciplina,
- tumačiti socijalne aspekte građevinskih pothvata na kojima radi te društveni kontekst u kojem se građenje događa,
- pokazati visoki stupanj profesionalnog znanja i ponašanja u građevinarstvu,
- stalno pratiti i usavršavati se u struci.

Kriteriji i uvjeti prijenosa ECTS bodova

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

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

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, a ako je razlika značajna, tada samo polaganjem klasifikacijskog ispita.

Akademski naziv koji se stječe završetkom studija

Magistar/magistra (mag.) građevinarstva.

Isprava o završenom studiju

Nakon završenog diplomskog sveučilišnog studija studentu se izdaje diploma kojom se potvrđuje završetak studija i stjecanje akademskog naziva.

Uz diplomu studentu se izdaje i dopunska isprava (supplement diplome) o studiju kojom se potvrđuje koje je ispite položio, kojom ocjenom te koliko je ostvario ECTS bodova.

2. RASPORED PREDMETA PO SEMESTRIMA

Smjer GEOTEHNIKA

I. godina 1. semestar

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Izborni predmet	Matematika 3	3	2	1	7,5
		Stohastički procesi				
2	Metode istraživačkog rada*		1	0	0	1,5
3	Geotehnički laboratorij		2	3	1	7,5
4	Procesi tečenja u tlu i stijeni		2	2	1	6,0
5	Mehanika tla		3	2	1	7,5
Ukupno			11	9	4	30

I. godina 2. semestar

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Konstrukcije		2	2	1	6,0
2	Mehanika stijena		2	2	1	6,0
3	Temeljenje		3	2	1	7,5
4	Numeričko modeliranje u geotehnici		2	3	1	7,5
5	Izborni predmet	Primijenjena geologija	2	0	1	3,0
		Zaštita okoliša				
Ukupno			11	9	5	30
Ukupno ECTS bodova I. godine			60			

* Izrađuje se seminarski rad.

II. godina 3. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Terenska ispitivanja i opažanja	2	2	1	6,0	
2	Nasute i potporne građevine	2	2	1	6,0	
3	Hidrogeologija i inženjerska geologija	2	0	1	3,0	
4	Dinamika konstrukcija	2	1	1	4,5	
5	Izborni predmet					
6	Izborni predmet					
Ukupno					30	
Izborni predmeti: 3. semestar						
1	Izborni predmeti za 5. i 6.	Podzemne građevine	2	2	1	6,0
2		Geotehnika i zaštita okoliša	2	1	1	4,5
3		Strani jezik	0	3	1	4,5
4		Osnove diferencijalne geometrije	2	2	1	6,0
5		Ostali izborni predmeti**				

** Predmeti drugih smjerova ili izborni predmeti s drugih studija.

II. godina 4. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS		
		Predavanja	Vježbe				
1	Geotehnički projekt	2	2	1	6,0		
2	Izborni predmet						
3	Diplomski rad	0	12	1	18,0		
Ukupno					30		
Ukupno ECTS bodova II. godine					60		
Sveukupno ECTS bodova I. + II. godine					120		
Izborni predmeti: 4. semestar							
1	Izborni predmeti za 2.	Ojačanje tla i stijena		2	2	1	6,0
2		Numerička matematika					
3		Perspektiva					
4		Valovi i titranja					
5		Dinamika tla					
6		Teorija elastičnosti i plastičnosti		3	2	1	7,5
7		Potresno inženjerstvo		2	0	1	3,0

Smjer HIDROTEHNIKA**I. godina 1. semestar**

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Izborni predmet	Matematika 3	3	2	1	7,5
		Stohastički procesi				
2	Metode istraživačkog rada*		1	0	0	1,5
3	Hidraulika		3	2	1	7,5
4	Hidrologija 2		2	2	1	6,0
5	Regulacije vodotoka		3	2	1	7,5
Ukupno			12	8	4	30

I. godina 2. semestar

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Izborni predmet	Opskrba vodom i odvodnja 1	2	1	1	4,0
		Zaštita voda				
2	Plovni putevi i luke		3	3	1	9,0
3	Hidrotehničke melioracije 1		3	2	1	8,0
4	Konstrukcije		2	2	1	6,0
5	Izborni predmet	Primijenjena geologija	2	0	1	3,0
		Zaštita okoliša				
Ukupno			12	8	5	30
Ukupno ECTS bodova I. godine			60			

* Izrađuje se seminarski rad.

II. godina 3. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Hidrotehnički sustavi	3	1	1	6,0	
2	Opskrba vodom i odvodnja 2	2	2	1	6,0	
3	Izborni predmet					
4	Izborni predmet					
5	Izborni predmet					
Ukupno					30	
Izborni predmeti: 3 semestar						
1	Izborni predmeti za 3., 4. i 5.	Urbana hidrologija	2	2	1	6,0
2		Pročišćavanje voda	2	2	1	6,0
3		Modeliranje u hidrotehnici	2	2	1	6,0
4		Hidrotehničke melioracije 2	2	2	1	6,0
5		Postupci zaštite od voda	2	2	1	6,0
6		Osnove diferencijalne geometrije	2	2	1	6,0
7		Ostali izborni predmeti**				
8		Dinamika konstrukcija	2	1	1	4,5

** Predmeti drugih smjerova ili izborni predmeti s drugih studija.

II. godina 4. semestar

Predmet		Broj sati			ECTS	
		Predavanja	Vježbe	Ispit		
1	Korištenje vodnih snaga	2	2	1	6,0	
2	Izborni predmet					
3	Diplomski rad	0	12	1	18,0	
Ukupno					30	
Ukupno ECTS bodova II. godine					60	
Sveukupno ECTS bodova I. + II. godine					120	
Izborni predmeti: 4. semestar						
1	Izborni predmeti za 2.	Projektiranje u hidrotehnici	0	4	0	6,0
2		Biološke vodogradnje	2	2	1	6,0
3		Hidrotehnička zaštita prometnica	2	2	1	6,0
4		Eksperimentalna hidraulika	2	2	1	6,0
5		Posebni hidroenergetski sustavi	2	2	1	6,0
6		Pomorske građevine	2	2	1	6,0
7		Strani jezik	0	3	1	4,5
8		Numerička matematika	2	2	1	6,0
9		Perspektiva	2	2	1	6,0
10		Valovi i titranja	2	2	1	6,0
11		Potresno inženjerstvo	2	0	1	3,0

Smjer KONSTRUKCIJE**I. godina 1. semestar**

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS
		Predavanja	Vježbe		
1	Izborni predmet	Matematika 3	2	1	7,5
		Stohastički procesi			
2	Metode istraživačkog rada*	1	0	0	1,5
3	Prednapeti beton	2	2	1	6,0
4	Mostovi II	2	2	1	6,0
5	Metalne konstrukcije II	2	2	1	6,0
6	Pouzdanost konstrukcija	2	0	1	3,0
Ukupno		12	8	5	30

I. godina 2. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS
		Predavanja	Vježbe		
1	Betonske i zidane konstrukcije II	2	2	1	6,0
2	Metalne konstrukcije III	2	2	1	6,0
3	Drvene konstrukcije II	2	2	1	6,0
4	Trajnost konstrukcija I	2	2	1	6,0
5	Montažne armiranobetonske konstrukcije	2	2	1	6,0
Ukupno		10	10	5	30
Ukupno ECTS bodova I. godine		60			

*Izrađuje se seminarski rad.

II. godina 3. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Betonske konstrukcije III	2	2	1	6,0	
2	Mostovi III	2	2	1	6,0	
3	Ispitivanje konstrukcija	2	1	1	4,5	
4	Dinamika konstrukcija	2	1	1	4,5	
5	Izborni predmet					
6	Izborni predmet					
Ukupno					30	
Izborni predmeti: 3. semestar						
1	Izborni predmeti za 5. i 6.	Stabilnost konstrukcija	2	1	1	4,5
2		Trajnost konstrukcija II	2	1	1	4,5
3		Visoke građevine	2	1	1	4,5
4		Osnove diferencijalne geometrije	2	2	1	6,0
5		Strani jezik	0	3	1	4,5

II. godina 4. semestar

Predmet		Broj sati			ECTS	
		Predavanja	Vježbe	Ispit		
1	Specijalne inženjerske građevine	2	1	1	4,5	
2	Spregnute konstrukcije	2	1	1	4,5	
3	Izborni predmet					
4	Diplomski rad	0	12	1	18,0	
Ukupno					30	
Ukupno ECTS bodova II. godine					60	
Sveukupno ECTS bodova I. + II. godine					120	
Izborni predmet: 4. semestar						
1	Izborni predmeti za 3.	Potresno inženjerstvo	2	0	1	3,0
2		Numerička matematika	2	2	1	6,0
3		Perspektiva	2	2	1	6,0
4		Valovi i titranja	2	2	1	6,0
5		Ostali izborni predmeti**	2	0	1	3,0

** Predmeti drugih smjerova ili izborni predmeti s drugih studija.

Smjer MATERIJALI**I. godina 1. semestar**

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Izborni predmet	Matematika 3	3	2	1	7,5
		Stohastički procesi				
2	Metode istraživačkog rada*		1	0	0	1,5
3	Teorija i tehnologija betona		2	2	1	6,0
4	Građevinska fizika		2	2	1	6,0
5	Polimeri		2	1	1	4,5
6	Mehanika materijala		2	1	1	4,5
Ukupno			12	8	5	30

I. godina 2. semestar

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Izborni predmet	Primijenjena geologija	2	0	1	3,0
		Zaštita okoliša				
2	Teorija elastičnosti i plastičnosti		3	2	1	7,5
3	Trajnost konstrukcijskih materijala		2	2	1	6,0
4	Posebni betoni i tehnologije		3	2	1	7,5
5	Betonske i zidane konstrukcije II		2	2	1	6,0
Ukupno			12	8	5	30
Ukupno ECTS bodova I. godine			60			

*Izrađuje se seminarski rad.

II. godina 3. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Predgotovljeni sustavi	2	2	1	6,0	
2	Nerazorna ispitivanja	2	2	1	6,0	
3	Zaštita od požara	2	2	1	6,0	
4	Izborni predmet					
5	Izborni predmet					
Ukupno					30	
Izborni predmeti: 3. semestar						
1	Izborni predmeti za 4. i 5.	Tehnologija sanacija i ojačanja	2	2	1	6,0
2		Upravljanje kvalitetom	2	2	1	6,0
3		Organizacija rada i proizvodnje	2	0	1	3,0
4		Tehnologija proizvodnje materijala	2	0	1	3,0
5		Osnove diferencijalne geometrije	2	2	1	6,0
6		Metalne konstrukcije II	2	2	1	6,0
ZA DRUGE SMJEROVE						
1	Izborni predmeti	Betoni prometnica	2	1	1	6,0
2		Hidrotehnički betoni	2	2	1	6,0

II. godina 4. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Numeričko modeliranje u inženjerstvu materijala	2	2	1	6,0	
2	Izborni predmet					
3	Diplomski rad	0	12	1	18,0	
Ukupno					30	
Ukupno ECTS bodova II. godine		60				
Sveukupno ECTS bodova I. + II. godine		120				
Izborni predmet: ljetni semestar						
1	Izborni predmeti za 2.	Projektiranje eksperimenata	2	2	1	6,0
2		Betoni visokih uporabnih svojstava	2	2	1	6,0
3		Primijenjena metalurgija	2	2	1	6,0
4		Numerička matematika	2	2	1	6,0
5		Perspektiva	2	2	1	6,0
6		Valovi i titranja	2	2	1	6,0
7		Strani jezik	0	3	1	4,5

Smjer ORGANIZACIJA GRAĐENJA**I. godina 1. semestar**

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Izborni predmet	Matematika 3	3	2	1	7,5
		Stohastički procesi				
2	Metode istraživačkog rada*		1	0	0	1,5
3	Organizacija građenja 2		2	2	1	6,0
4	Upravljanje održavanjem građevina		2	1	1	4,5
5	Metode optimalizacije u građevinarstvu		2	2	1	6,0
6	Proučavanje rada		2	1	1	4,5
Ukupno			12	8	5	30

I. godina 2. semestar

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Tehnologija građenja 1		3	2	1	7,5
2	Menadžment u građevinarstvu		2	1	1	4,5
3	Upravljanje građevinskim projektima		4	2	1	9,0
4	Izborni predmeti	Zaštita okoliša	2	0	1	3,0
		Strani jezik	0	3	1	4,5
5	Izborni predmeti	Građevinski strojevi	2	2	1	6,0
		Gospodarenje građevinama	2	2	1	6,0
		Praćenje i kontrola gradnje	2	0	1	3,0
		Numerička matematika	2	2	1	6,0
		Perspektiva	2	2	1	6,0
		Valovi i titranja	2	2	1	6,0
		Ostali izborni predmeti**				
Ukupno						30
Ukupno ECTS bodova I. godine						60

*Izrađuje se seminarski rad.

** Predmeti drugih smjerova ili izborni predmeti s drugih studija.

II. godina 3. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS
		Predavanja	Vježbe		
1	Građevinski poslovni sustavi	2	2	1	6,0
2	Metode planiranja	2	2	1	6,0
3	Stručna praksa*	0	4	0	6,0
4	Izborni predmet				
5	Izborni predmet				
Ukupno					30
Izborni predmeti: 3. semestar					
1	Izborni predmeti za 4. i 5.	Upravljanje ljudskim potencijalima		1	6,0
2		Tehnologija građenja 2			
3		Investicijska politika			
4		Osnove diferencijalne geometrije			
5		Ostali izborni predmeti**			

*Izrađuje se seminarski rad.

** Predmeti drugih smjerova ili izborni predmeti s drugih studija.

II. godina 4. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Poslovno upravljanje u građevinarstvu	3	0	1	4,5	
2	Sociologija organizacije	2	1	1	4,5	
3	Izborni predmet					
4	Diplomski rad	0	12	1	18,0	
Ukupno					30	
Ukupno ECTS bodova II. godine					60	
Sveukupno ECTS bodova I. + II. godine					120	
Izborni predmeti: 4. semestar						
1	Izborni predmeti za 3.	Građevinski strojevi	2	2	1	6,0
2		Gospodarenje građevinama	2	2	1	6,0
3		Praćenje i kontrola gradnje	2	0	1	3,0
4		Numerička matematika	2	2	1	6,0
5		Perspektiva	2	2	1	6,0
6		Valovi i titranja	2	2	1	6,0
7		Ostali izborni predmeti**				

** Predmeti drugih smjerova ili izborni predmeti s drugih studija.

Smjer PROMETNICE**I. god. 1. semestar**

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS
		Predavanja	Vježbe		
1	Izborni	Matematika 3	2	1	7,5
		Stohastički procesi			
2	Prometna buka	2	1	1	4,5
3	Prometna tehnika	2	2	1	6,0
4	Projektiranje cesta	2	2	1	6,0
5	Projektiranje i građenje željeznica	2	2	1	6,0
Ukupno		11	9	5	30

I. godina 2. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS
		Predavanja	Vježbe		
1	Menadžment u građevinarstvu	2	0	1	3,0
2	Izborni predmet	Primijenjena geologija	0	1	3,0
		Zaštita okoliša			
3	Kolničke konstrukcije	2	2	1	6,0
4	Gornji ustroj željeznica	3	1	1	6,0
5	Donji ustroj prometnica	2	2	1	6,0
6	Cestovna čvorišta	2	2	1	6,0
Ukupno		13	7	6	30
Ukupno ECTS bodova I. godine		60			

II. godina 3. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Metode istraživačkog rada*	1	0	1	1,5	
2	Prometni tuneli	2	2	1	6,0	
3	Aerodromi	2	1	1	4,5	
4	Oprema prometnica	3	0	1	4,5	
5	Prometni sustavi	3	0	1	4,5	
6	Izborni predmet					
7	Izborni predmet					
Ukupno					30	
Izborni predmeti: 3. semestar						
1	Izborni predmeti za 6. i 7.	Odvodnja prometnica	2	1	1	4,5
2		Prometne zgrade	2	1	1	4,5
3		Metode poboljšanja tla	2	1	1	4,5
4		Strani jezik	0	3	1	4,5
5		Osnove diferencijalne geometrije	2	2	1	6,0
6		Ostali izborni predmeti**				

*Izrađuje se seminarski rad.

** Predmeti drugih smjerova ili izborni predmeti s drugih studija.

II. godina 4. semestar

Predmet		Broj sati		Ispit	ECTS	
		Predavanja	Vježbe			
1	Gospodarenje kolnicima	2	0	1	3,0	
2	Izborni predmet					
3	Izborni predmet					
4	Diplomski rad	0	12	1	18,0	
Ukupno					30	
Ukupno ECTS bodova II. godine					60	
Sveukupno ECTS bodova I. + II. godine					120	
Izborni predmeti: 4. semestar						
1	Izborni predmeti za 2. i 3.	Gradske prometnice	2	1	1	4,5
2		Promet u mirovanju	2	1	1	4,5
3		Održavanje kolosijeka	3	0	1	4,5
4		Numerička matematika	2	2	1	6,0
5		Perspektiva	2	2	1	6,0
6		Valovi i titranja	2	2	1	6,0
7		Ostali izborni predmeti**				

** Predmeti drugih smjerova ili izborni predmeti s drugih studija.

Smjer TEORIJA I MODELIRANJE KONSTRUKCIJA

I. godina 1. semestar

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Izborni predmet	Matematika 3	3	2	1	7,5
		Stohastički procesi				
2	Metode istraživačkog rada*		1	0	0	1,5
3	Izborni predmet	Prednapeti beton	2	2	1	6,0
		Mostovi 2				
4	Mehanika materijala		2	1	1	4,5
5	Nelinearna statika štapnih konstrukcija		2	1	1	4,5
6	Metalne konstrukcije II		2	2	1	6,0
Ukupno			12	8	5	30

I. godina 2. semestar

Predmet			Broj sati		Ispit	ECTS
			Predavanja	Vježbe		
1	Teorija elastičnosti i plastičnosti		3	2	1	7,5
2	Dinamika konstrukcija i potresno inženjerstvo		3	2	1	7,5
3	Eksperimentalne metode I		2	2	1	6,0
4	Teorija kompozita		2	1	1	4,5
5	Betonske i zidane konstrukcije II		2	1	1	4,5
Ukupno			12	8	5	30
Ukupno ECTS bodova I. godine			60			

*Izrađuje se seminarski rad.

II. godina 3. semestar

Predmet		Broj sati			ECTS	
		Predavanja	Vježbe	Ispit		
1	Plošni nosači	2	2	1	6,0	
2	Teorija stabilnosti	2	1	1	4,5	
3	Ispitivanje konstrukcija	2	2	1	6,0	
4	Izborni predmet					
5	Izborni predmet					
Ukupno					30	
Izborni predmeti: 3. semestar						
1	Izborni predmeti za 4. i 5.	Numeričke metode u pror. konstruk.	2	1	1	4,5
2		Posebna poglavlja otpornosti materijala	2	1	1	4,5
3		Metoda konačnih elemenata	2	1	1	4,5
4		Programiranje postupaka proračuna konstrukcija	2	1	1	4,5
5		Polimeri	2	1	1	4,5
6		Strani jezik	0	3	1	4,5
7		Osnove diferencijalne geometrije	2	2	1	6,0
8		Ostali izborni predmeti**				

** Predmeti drugih smjerova ili izborni predmeti s drugih studija.

II. godina 4. semestar

Predmet		Broj sati			ECTS	
		Predavanja	Vježbe	Ispit		
1	Izborni predmet					
2	Izborni predmet					
3	Izborni predmet					
4	Diplomski rad	0	12	1	18,0	
Ukupno					30	
Ukupno ECTS bodova II. godine					60	
Sveukupno ECTS bodova I. + II. godina					120	
Izborni predmeti: 4. semestar						
1	Izborni predmeti za 1., 2. i 3.	Metode teorije elastičnosti i plastičnosti	2	1	1	4,5
2		Stohastička analiza konstrukcija	2	1	1	4,5
3		Posebna poglavlja teorije stabilnosti	2	1	1	4,5
4		Osnove mehanike loma	2	1	1	4,5
5		Strani jezik	0	3	1	4,5
6		Numerička matematika	2	2	1	6,0
7		Perspektiva	2	2	1	6,0
8		Valovi i titranja	2	2	1	6,0
9		Ostali izborni predmeti**				

** Predmeti drugih smjerova ili izborni predmeti s drugih studija.

3. 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.

Akadska 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.

Izvedbeni plan nastave

Studij se izvodi prema izvedbenom planu nastave.

Izvedbenim planom nastave utvrđuju se:

1. nastavnici i suradnici koji će izvoditi nastavu prema studijskom programu,
2. mjesta izvođenja nastave,
3. početak i završetak te satnica izvođenja nastave,
4. oblici nastave (predavanja, seminari, vježbe, konzultacije, terenski rad, provjera znanja i dr.),
5. način polaganja ispita, ispitni rokovi i mjerila ispitivanja,
6. popis literature za studij i polaganje ispita,
7. mogućnost izvođenja nastave na stranom jeziku,
8. mogućnost izvođenja nastave na daljinu, te
9. ostale važne činjenice za uredno izvođenje nastave.

Preporučena literatura za pojedini kolegij i za pojedini ispit mora biti usklađena s opsegom studijskog programa.

Izvedbeni plan objavljuje se prije početka nastave u odnosnoj akademskoj godini i dostupan je javnosti na internet stranicama Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

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

Studenti mogu upisati predmete u dogovoru s mentorom koji se imenuje prilikom upisa na studij.

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

Na engleskom jeziku mogu se izvoditi sljedeći predmeti:

- Biološke vodogradnje
- Dinamika tla
- Eksperimentalna hidraulika
- Geotehnički laboratorij
- Geotehnički projekt
- Geotehnika i zaštita okoliša
- Gornji ustroj željeznica
- Hidraulika
- Hidrogeologija i inženjerska geologija
- Kolničke konstrukcije
- Mehanika stijena
- Mehanika tla
- Metode planiranja
- Modeliranje u hidrotehnici
- Nasute i potporne građevine
- Numeričko modeliranje u geotehnici
- Ojačanje tla i stijena
- Organizacija građenja 2
- Podzemne građevine
- Procesi tečenja u tlu i stijeni

- Prometna buka
- Sociologija organizacije
- Temeljenje
- Teorija i tehnologija betona
- Terenska ispitivanja i opažanja
- Trajnost konstrukcijskih materijala
- Upravljanje građevinskim projektima
- Upravljanje kvalitetom
- Zaštita od požara

Na njemačkom jeziku mogu se izvoditi sljedeći predmeti:

- Cestovna čvorišta
- Gradske prometnice
- Promet u mirovanju
- Prometni tuneli

Upis u drugu godinu studija

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

Preduvjeti za polaganje i slušanje predmeta diplomskog studija propisani su posebnom odlukom Fakultetskog vijeća.

Student diplomskog studija stječe pravo na upis u višu godinu studija ako je ostvario sve ECTS bodove u zimskom semestru, najmanje 20 ECTS bodova iz ljetnog semestra te ostvario ostale propisane obveze.

Student koji nije ispunio naprijed navedene uvjete može nastaviti studij tako da ponovno upiše studijske obveze koje nije ispunio u prethodnoj godini studija te da upiše nove obveze, ali tako da su njegove ukupne studijske obveze u pojedinom semestru od 25-35 ECTS bodova. Ovi studenti mogu prekoredno upisati predmete koji nisu programski povezani s predmetima koje nisu položili.

Predavanja i vježbe

Student je obavezan biti nazočan oblicima nastave koji su utvrđeni studijskim programom i izvedbenim planom, a što je, uz ispunjavanje nastavnih obveza i ostva-

rivanje 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 predmeta može polagati najviše četiri puta. Četvrti put ispit se polaže pred ispitnim povjerenstvom. Student koji četvrti put nije položio ispit iz istog predmeta obavezan je u idućoj akademskoj godini ponovno upisati taj predmet. Ako student i nakon ponovljenoga upisa predmeta ne položi ispit, gubi pravo studiranja na tom studiju.

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 predmeta postignutu u ispitu i/ili drugim provjerama.

Nastavnik koji izvodi nastavu predmeta 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 predmet dva ispitna termina s najmanjim razmakom od 14 dana.

Prema posebnoj Odluci Fakultetskog vijeća student ima mogućnost ispit iz svakog predmeta studijskog programa, neovisno o tome da li je to predmet zimskog ili ljetnog semestra, polagati u tri uzastopna redovita ispitna roka.

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

Ako se iz određenog predmeta provodi kontinuirana provjera znanja studenata tijekom semestra, broj i raspored ispitnih rokova za te predmete određuje Fakultetsko vijeće posebnom odlukom.

Ispitu može pristupiti student koji je zadovoljio sve propisane obveze utvrđene izvedbenim planom nastave. Pravo polaganja ispita ima student iz predmeta 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 građevinskih predmeta studijskog programa.

Diplomski rad

Student podnosi zahtjev za diplomski rad najkasnije do početka četvrtog semestra diplomskog studija.

Studenti koji su stipendisti ili korisnici kredita mogu dobiti diplomski rad u skladu s potrebama trgovačkog društva, odnosno pravne osobe, stipenditora, odnosno kreditora.

Studenti mogu na prijedlog nastavnika dobiti diplomski rad iz znanstvenoistraživačkih programa i tema koje se ustrojavaju i izvode na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Tema diplomskog rada može se odobriti samo iz predmeta smjera kojeg student studira.

Student može dobiti zadatak kad položi sve propisane ispite i ispuni ostale obveze tijekom studija.

Diplomski rad po težini i opsegu mora biti takav da ga student može izraditi za 45 do 90 dana.

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 izradbe i obrane diplomskog ispita brine se Odbor za diplomske i završne ispite.

Ako pristupnik ne uspije obraniti diplomski rad, Odbor ga upućuje na postupak dobivanja novog diplomskog zadatka.

Fakultet vodi evidenciju o diplomskim ispitima na način propisan posebnim pravilnikom koji donosi ministar.

4. NASTAVNI SADRŽAJI

4.1. ZAJEDNIČKI PREDMETI

4.1.1. OBVEZNI PREDMETI

2601 Metode istraživačkog rada (1+0) 1,5

Prikupljanje, proučavanje i sistematizacija literarne građe i informacija. Pojam, vrste i provjeravanje hipoteza. Pojam, svrha i bitni elementi seminarskih radova, kritičkih prikaza i eseja. Prikupljanje podataka. Analiza podataka. Metodologija istraživačkog rada. Metode istraživačkog rada. Metoda modeliranja. Statistička metoda. Matematička metoda. Eksperimentalna metoda. Teorija sustava kao metoda. Metoda studija slučaja. Metoda promatranja. Metoda anketiranja i intervjuiranja. Načini prikaza rezultata istraživanja. Delfi metoda. Citiranje literature. Bibliografija. / *Obvezna literatura*: Zelenika, R. Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela. Rijeka: Ekonomski fakultet Sveučiliša u Rijeci, 1999. / *Preporučena literatura*: Fellows, R.; Liu, A. Research Methods for Construction. Oxford: The Blackwell Science, 1997.; Holt, D. G. A guide to successful dissertation study for students of the built environment. Wolverhampton: University of Wolverhampton, 1997.; Robert, K. Y. Case study reserach, design and methods. SAGE Publications, 1994.

4.1.2. IZBORNI PREDMETI

2401 Matematika 3 (3+2) 7,5

Redovi funkcija: Fourierovi redovi; konvergencija; parne, neparne funkcije. Rubni problemi: parcijalne diferencijalne jednačbe; valna jednačba; rubni problem za poprečne oscilacije žice; rubni problem za uzdužne oscilacije grede; jednačba provođenja topline; rubni problem provođenja topline kroz štap. Fourierova metoda (metoda separacije varijabli); varijacijske metode; višedimenzionalni problem; valna jednačba; rubni problem za oscilacije membrane; Laplaceova jednačba; Poissonova jednačba; rubni problem ravnoteže membrane; jednačba provođenja topline kroz tijelo; rubni problem za provođenje topline kroz tijelo. Numeričke metode za rješavanje rubnih problema: rješavanje običnih diferencijalnih jednačbi; Cauchyjev problem (Eulerova metoda. Runge Kuta); rubni problem ravnoteže žice u sredstvu s otporom (Metoda

konačnih diferencija; Ritzova metoda; Metoda konačnih elemenata); rješavanje parcijalnih diferencijalnih jednačbi; rubni problem oscilacija žice (Metoda mreže za valnu jednačbu); rubni problem provođenja topline kroz štap (Metoda mreže za jed. provođenja); Rubni problem ravnoteže membrane (Metoda konačnih diferencija, Ritzova metoda, Metoda konačnih elemenata). / *Obvezna literatura*: Suljagić, S., Matematika III, web skripta (www.grad.hr/nastava/matematika/mat3/index.html), Građevinski fakultet, Zagreb, 2001.; Polić, S., Numeričke metode, skripta, Građevinski fakultet, Zagreb, 1992.; Beban, Benić, Čuljak, Gorjanc, Odabrana poglavlja geometrije i matematike za buduće inženjere pomoću programskog sustava *Mathematica*, web material (www.grad.hr/itproject_math.hr/hrvatski/index.html), IT project, MZT, Zagreb, 2002.; Drmač, Marušić, Singer, Hari, Rogina, Singer, Numerička analiza, web skripta, (www.math.hr/~rogina/2001096/num_anal.pdf), PMF-Matematički odjel, Zagreb, 2003. / *Preporučena literatura*: Kreyszig, E., *Advanced Engineering Mathematics*, John Wiley and Sons Ltd., 1999.; Scheid, F., *Numerical Analysis*, Schaum's outline series in mathematics, McGraw-Hill Book.; Cheney, Kincaid, *Numerical Mathematics and Computing*, Books/Cole Publishing Comp. 1994.; Demidovič, P. B., Maron, I. A., *Computational Mathematics*, Mir Publishers, Moscow, 1976.; Kurepa, S., *Funkcionalna analiza*, Školska knjiga, Zagreb, 1988.

2402 Stohastički procesi (3+2) 7,5

Stohastički procesi: Slučajni niz i slučajna funkcija. Definicija stohastičkog procesa. Funkcija distribucije n-tog reda stohastičkog procesa. Očekivanje, disperzija, korelacijska (autokorelacijska) funkcija stohastičkog procesa. Stohastički procesi s nezavisnim stacionarnim prirastima. Markovljevi procesi. Homogeni Markovljevi procesi s diskretnim skupom stanja. Konačni Markovljevi lanci: Matrica prijelaznih vjerojatnosti. Stacionarnost konačnog Markovljeva lanca. Osobine stohastičke matrice. Regularni lanci. Elementi teorije repova: Markovljevi modeli procesa čekanja i posluživanja. / *Obvezna literatura*: Ž. Pauše, *Vjerojatnost. Informacija. Stohastički procesi*, Školska knjiga, Zagreb, 1988, 2003. / *Preporučena literatura*: W. Bryc, *Applied Probability and Stochastic Processes*, 1995., www.math.uc.edu/~brycw/probab/books/applprob.pdf

2107 Primijenjena geologija (2+0) 3,0

Općenito o geologiji. Mineralogija: metode istraživanja, fizička i kemijska svojstva minerala, kristalografija, sistematika minerala. Petrologija: magmatske, sedimentne i metamorfne stijene, struktura i tekstura stijena, načini pojavljivanja. Opća geologija: egzogene i endogene sile – seizmička aktivnost, sloj, tektonski oblici:

rasjed, bora, navlaka, pukotina. Hidrogeologija: prisutnost vode u Zemlji, tipovi podzemnih voda, poroznost i propusnost stijena. Inženjerska geologija: osnovne klasifikacije, klizišta, kamenolomi, tuneli. Karakteristike krških i nizinskih područja. / *Obvezna literatura*: Herak, M.: Geologija, 1990.; Šestanović, S.: Osnove geologije i petrologije, 2001. / *Preporučena literatura*: T. West: Geology Applied to Engineering, 1994.; Monroe, J. & Wicander, R.: Physical geology, 2004.; Plummer, C., McGeary, D. & Carlson, D.: Physical Geology, 2004.

2209 Zaštita okoliša (2+0) 3,0

Uvod. Temeljni ekološki pojmovi: Ekologija; Životno stanište; Životna zajednica; Ekosustav; Biološka raznolikost. Promjene u biosferi: Promjene u atmosferi; Onečišćenje pedosfere; Onečišćenje hidrosfere; Onečišćenje ispuštanjem energije; Smanjenje biološke raznolikosti. Utjecaj graditeljstva na okoliš: Utjecaj gradova; Utjecaj odlagališta otpada; Utjecaj prometnica; Utjecaj vodogradnji. Održivi razvoj i graditeljstvo: Održivi razvoj; Načela održivog razvoja u graditeljstvu. Mjere i postupci zaštite okoliša: Politički i sociološki pristup; Pravne mjere; Planiranje i gospodarenje prostorom; Gospodarske i financijske mjere; Znanstveni pristup i tehnološke mjere; Institucionalne mjere. / *Obvezna literatura*: Vuković, Ž.: Interna skripta / *Preporučena literatura*: Odum, P. E.: Fundamentals of Ecology, W.B.S.C., 1971.; Gondie, A.: The Human Impact of the Naturel Enviromental, 1990.; Carpenter, T. G.: Environment, Construction and Sustainable Development, Volume 1 and 2, John Wiley & Sons, 2001.

2020 Engleski u građevini (0+3) 4,5

Career Paths for Engineers. Employment Opportunities in Government. Motivation, Performance and Job Satisfaction. Initial Career Profiles. Civil Engineering Graduates. The Engineer as a Professional. Characteristics and Responsibilities of Professional Engineers. Professional Civil Engineering. Organizations. Engineering Ethics. Case Studies in Engineering Ethics. Learning and Creative Thought. The Successful Engineering Student. Hindrances to Problem Solving. Stepping from Ideation to Preliminary Designs. How Engineers Find Information and the Information Seeking Process. Engineering Approach to Problem Solving. Engineering Team. Learning from Failures. Decision Making / *Obvezna literatura*: Paul H. Wright: Introduction to Engineering, J. Wiley & Sons, Inc, 2002. / *Preporučena literatura*: D. Grant and R. McLarty: Business Basics, ELT, Oxford University Press; J. Stoner, E. Freeman: Management, Prentice-Hall International, 1992.; Longman Dictionary of Contemporary English.

2020 Njemački u građevini (0+3) 4,5

Die statische Berechnung und Bemessung der Tragwerke. Neue Baustoffe und Bauarten der Zukunft. Die Bauphysik und ihre Bedeutung. Die Tragwerke. Gründung und Baugrubensicherung / *Obvezna literatura*: Alemka Kralj Štih: Deutsch im Bauingenieurwesen, Sveučilišna skripta, Zagreb, 2004.; Ankica Crkvenčić: Deutsch im Trend, Školska knjiga, 2004. / *Preporučena literatura*: F. Leonhardt: Ingenieurbau: Bauingenieure gestalten die Umwelt, Carl Habel Verlag, Darmstadt, 1994.; E. Zettl, J. Janssen, H. Müller: Aus moderner Technik und Naturwissenschaft, Max Hueber Verlag, München, 1991.; D. Macaulay: Das große Buch der Bautechnik, Gerstenberg Verlag, Hildesheim, 2002.; Anne Lynch: Berühmte Bauwerke, Ravensburger Buchverlag, Ravensburg, 2003.; Verkehrsbautechnik. Wie entsteht ein Brückenentwurf. Bauwerke im Meer Sonderbauwerke. Verpflichtung zu Wohl und Schönheit.

2403 Osnove diferencijalne geometrije (2+2) 6,0

Krivulje euklidskoga prostora: Parametrizacija krivulje općim parametrom, jednačbe (vektorska, parametarske). Vektor tangente, jednačba tangente. Singularne točke krivulje. Duljina luka krivulje. Parametrizacija krivulje prirodnim parametrom. Vektorska polja tangenata, glavnih normala i binormala. Frenetov trobrid. Normalna, rektifikacijska i oskulacijska ravnina. Zakrivljenost krivulje: fleksija i torzija. Serret-Frenetove formule. Ravninske krivulje. Evolute i evolvente. Grafički prikazi i izračunavanja pomoću Mathematice i webMathematice. Plohe euklidskoga prostora : Definicija plohe i parametrizacije. Jednačbe plohe (vektorska, parametarske, implicitna, eksplicitna). Implicitne jednačbe prostorne krivulje. Gaussov koordinatni sustav na plohi. Krivulje na plohi. Tangencijalna ravnina i normala. Singularne točke plohe. Orijentacija plohe. Plohe 2. stupnja. Pravčaste plohe – razvojne i vitopere. Rotacijske plohe. Duljina luka krivulje na plohi. Prva diferencijalna forma plohe. Kut između krivulja na plohi. Površina omeđenog dijela plohe. Devijacija plohe u odnosu na tangencijalnu ravninu. Druga diferencijalna forma plohe. Vrste točaka na plohi (eliptičke, hiperboličke, paraboličke i planarne). Grafički prikazi i izračunavanja pomoću Mathematice i webMathematice. Zakrivljenost ploha: Normalna zakrivljenost. Meusnierov teorem. Glavni smjerovi. Glavne zakrivljenosti. Krivulje glavnih zakrivljenosti. Eulerova formula. Asimptotski smjerovi. Asimptotske linije. Gaussova zakrivljenost. Srednja zakrivljenost. Relacije između Gaussove i srednje zakrivljenosti. Dupinova indikatrisa. Weingartenove i Gaussove derivacijske formule. Geodezijske linije. Geodezijska zakrivljenost. Grafički prikazi i izračunavanja pomoću Mathematice i webMathematice. Preslikavanja ploha: Općenito o preslikavanju ploha. Izometrička preslikavanja. Preslikavanja razvojnih

ploha u ravninu. Theorema Egregium. Unutarnja geometrija plohe. Plohe konstantne zakrivljenosti. Komforna ili izogonalna preslikavanja. Izoarealna preslikavanja. Grafički prikazi i izračunavanja pomoću Mathematice i webMathematice. Minimalne plohe: Definicija minimalne plohe. Lagrangeova jednadžba. Laplaceova jednadžba. Primjeri minimalnih ploha (katenoid, helikoid, Enneperova, Hennebergova, Bourova, Catalanova, Scherkove, Ricmondove). O visećim konstrukcijama. Grafički prikazi i izračunavanja pomoću Mathematice i webMathematice. / *Obvezna literatura*: Beban-Brkić, Jelena: Matematika VI – Diferencijalna geometrija, web-skripta, (www.grad.hr/itproject_math/Links/jelena/index.html); Kamenarović, Ivan: Diferencijalna geometrija. Sveučilište u Rijeci, Pedagoški fakultet – Rijeka, 1990.; Žarinac-Frančula, Blanka: Diferencijalna geometrija. Zbirka zadataka i repititorij, Školska knjiga, Zagreb, 1990.; Gorjanc, Sonja: Pravčaste plohe. web-skripta, (www.grad.hr/itproject_math/Links/sonja/pravcaste/pravcaste.html) / *Preporučena literatura*: Gray, Alfred: Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica. CRC Press, Boca Raton, 1998.

2404 Numerička matematika (2+2) 6,0

Numerička linearna algebra: Numeričke metode za algoritme za rješavanje sustava linearnih algebarskih jednadžbi. (Jacobijeva metoda Jacobijeva OR metoda, Gauss-Seidelova metoda, Gauss-Seidelova OR metoda). Numeričko ponašanje. Algoritmi za rješavanje sustava s velikim brojem jednadžbi. Algoritmi za rješavanje svojstvenog problema (sv. vrijed. i sv. vektora). Grafička prezentacija rezultata iz numeričkih metoda (u diskretnom obliku). Numerička analiza: Rješavanje jednadžbi (Metoda polovljenja, metoda iteracije, Newtonova metoda, Metoda sekante). Interpolacijske metode pomoću polinoma (Spline-metoda). Numerička integracija. Numeričke metode za obične diferencijalne jednadžbe. (Jednokoračne i višekoračne). Nelinearne višekoračne metode. Sustavi diferencijalnih jednadžbi. Metoda konačnih diferencija. Numeričke metode za parcijalne diferencijalne jed. / *Obvezna literatura*: K. J. Bathe, E. L. Wilson: Numerical Methods in Finite Element Analysis, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1974.; B. P. Demidovič, I. A. Maron: Computational Mathematics, Mir Publishers, Moscow, 1976. / *Preporučena literatura*: Kurepa: Funkcionalna analiza, Školska knjiga, Zagreb, 1988.; N. S. Bakhvalov: Numerical Methods, Mir Publishers, Moscow, 1977.

2405 Perspektiva (2+2) 6,0

Teorijski zadaci: Pojam centralnog projiciranja. Perspektiva. Projekcija točke, pravca i ravnine u perspektivi. Jednostavni i složeni stereometrijski odnosi.

Okomitost. Rotacija. Perspektiva objekta: Konstruktivne metode u perspektivi. Perspektiva objekta. Perspektiva prometnice na terenu uz slobodan izbor očišta. Primjena CAD programa. / *Obvezna literatura*: P. Kurilj, N. Sudeta, M. Šimić: Perspektiva, Arhitektonski fakultet, Zagreb, 2005. / *Preporučena literatura*: V. Niče: Perspektiva, Šk. knjiga, Zagreb, 1978.

2406 Valovi i titranja (2+2) 6,0

Osnove izvođenja jednadžbi iz danih problema: primjeri: slobodna titranja jednostavnih sistema – žice, ploče; valovi i širenje valova u jednoj, dvije i tri dimenzije; deformacije; Fizikalna podloga jednadžbi obrađenih u stručnim i matematičkim predmetima; Traženje rješenja jednadžbi preko fizikalnih svojstava problema: vezane oscilacije i titranja, širenje akustičnih valova, akustična izolacija; Modeliranje harmoničkim oscilatorom; Kompjutorsko modeliranje pojedinih fizikalnih modela problema obrađenih u stručnim i matematičkim predmetima. Fizikalna svojstva prisilnih oscilacija; Interferencija, Fizikalna podloga pojedinih mjerenja u struci. / *Obvezna literatura*: F. S. Crawford, Waves: Berkeley physics course v.3, McGraw-Hill College, (1968). / *Preporučena literatura*: A. P. French, Vibrations and Waves, W. W. Norton & Company, New York, (1971).

2512 Betoni prometnica (2+1) 6,0

Betonski elementi na prometnicama i aerodromima. Kolnici: betonski kolnici, asfaltni kolnici. Proračun toka temperature u betonu i procjena rizika pojave pukotina. Dilatacije na kolnicima. Obrada površine – hrapavost. Mikroarmirani betoni. Betoni visokih čvrstoća. Polimerom modificirani betoni. Mlazni betoni. Betoni u tunelima. Injektiranje. Sanacijski betoni i mortovi. Tehnologija proizvodnje betona za prometnice. Betoniranje u ekstremnim klimatskim uvjetima. Vakuumirani beton. Sadržaj vježbi: Tehnički uvjeti za beton koji se koristi za objekte na prometnicama. Normirani postupci ispitivanja i kontrole kvalitete betona prometnica. Ispitivanje svježeg i očvrslog betona. Projekt betona. Seminarski radovi. / *Obvezna literatura*: Ukrainczyk V. Beton – struktura, svojstva, tehnologija, Alcor, Zagreb, 1994.; Beslač, J. Materijali u arhitekturi i građevinarstvu, Školska knjiga, Zagreb, 1989.; Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, IGH Zagreb, 2001.; Korlaet, Ž. Uvod u projektiranje i građenje cesta, udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, 1995. / *Preporučena literatura*: ACI Manual of Concrete Practice, ACI Publication, SAD; Derucher, K. N.; Korfiatis, G. P.: Materials for Civil & Highway Engineers, second edition, Prentice Hall, 1988.

2513 Hidrotehnički betoni (2+2) 6,0

Uvod: karakteristike i primjena masivnih hidrotehničkih betona. Toplina hidratacije: termička naprezanja i pukotine; volumne promjene. Odabir sastojaka za izradu masivnih hidrotehničkih betona i projektiranje sastava prema važećim propisima. Transport, ugradnja i njegovanje betona: dinamika betoniranja; betoniranje u ekstremnim klimatskim okolnostima. Čvrstoća i deformacije: rizik pojave pukotina. Uvaljani beton: betoni poboljšane vodonepropusnosti; betoniranje pod vodom. Zaštita betonskih elemenata. Sadržaj vježbi: Termička naprezanja i pojava pukotina: proračun rizika pojave pukotina; kontrola temperature betona i temperaturni gradijent. Preporuke za odabir vrste agregata, cementa i dodataka betonu: utjecaj komponenti na razvoj temperature betona. Ugradnja betona i način njegovanja. Schmidtova numerička metoda. Normirani postupci ispitivanja relevantnih svojstava masivnih hidrotehničkih betona. Proračun toka temperature u masivnom betonu i procjena rizika pojave pukotina – izrada programa. / *Obvezna literatura: ACI 207.1R-96 Mass Concrete; ACI 207.2R-95 (Reapproved 2002) Effect of Restraint, Volume Change, and Reinforcement on Cracking of Mass Concrete; ACI 207.3R-94 Practices for Evaluation of Concrete in Existing Massive Structures for Service Conditions; ACI 207.4R-93 (Reapproved 1998) Cooling and Insulating Systems for Mass Concrete; ACI 207.5R-99 Roller-Compacted Mass Concrete / Preporučena literatura: The Prevention of Thermal Cracking in Concrete in Early Ages, RILEM Report, Ed. R. Springenschmid, E & FN Spon, 1998.; Proceedings of the Eighteenth Congress on Large Dams, Durban, 1994., Vol. I-V*

4.2. PREDMETI SMJEROVA

4.2.1. Smjer GEOTEHNIKA

4.2.1.1. OBVEZNI PREDMETI

2101 Geotehnički laboratorij (2+3) 7,5

Uloga laboratorija u geotehničkom inženjerstvu. Program laboratorijskih istražnih radova. Osnovni pojmovi u mjeriteljstvu: točnost, preciznost, rezolucija, osjetljivost, linearnost, histereza, šum, greške mjerenja. Određivanje prirodne vlažnosti i gustoće čvrstih čestica. Klasifikacijski pokusi: sijanje, areometriranje, granica tečenja, granica plastičnosti. Određivanje koeficijanta propusnosti: pokus s konstantnim padom i pokus s promjenjivim padom. Određivanje zbijenosti tla: standardni i modificirani Proctorov pokus. Određivanje krutosti i čvrstoće tla i stijena: edometarski pokusi, pokusi izravnog smicanja, jednoosni i troosni pokusi. Određivanje točkaste čvrstoće stijenskog monolita, PLT test. Određivanje parametara rastrožbe stijenske mase, Slake durability test. Određivanje sadržaja kalcijeva karbonata u stijenskim uzorcima. Geofizičke metode: mjerenje brzine širenja uzdužnih i posmičnih valova na uzorcima tla i stijene. Izvještaj o rezultatima laboratorijskih ispitivanja. / *Obvezna literatura*: Head, K. H. (1998): Manual of Soil Laboratory Testing, Volume 1, 2 i 3, John Wiley & Sons, West, Sussex, UK. / *Preporučena literatura*: Bardet, J. P. (1997): Experimental Soil Mechanics. Prentice Hall, New Jersey, USA.

2102 Procesi tečenja u tlu i stijeni (2+2) 6,0

Uvod. Procjeđivanje u zasićenim tlima: Darcyev zakon, jednadžba kontinuiteta, jednadžba tečenja, rubni uvjeti, stacionarni i nestacionarni rubni uvjeti, strujne mreže. Koeficijent vodopropusnosti: laboratorijski i terenski pokusi. Rješavanje jednadžbe tečenja: metoda konačnih elemenata. Uzgon i strujne sile, efektivno naprezanje i efektivna volumna sila, kritični gradijent. Primjena: strujne mreže, stabilnost kosina, drenovi, filtri. Konsolidacija: početni i rubni uvjeti, nestacionarno tečenje, jednodimenzionalni slučaj, nesparena i sparena formulacija, rješavanje konsolidacije metodom konačnih elemenata. Tečenje u nezasićenim tlima: vodopropusnost, stacionarno tečenje, nestacionarno tečenje, vodno lice, krivulja volumnske vlažnosti, laboratorijski pokusi, rubni i početni uvjeti, primjena. Osnovi pronos zagađenja u tlu: jednadžbe transporta, advekcija i disperzija, difuzija,

primjene. / *Obvezna literatura*: GEO-SLOPE International (2001): SEEP/W Version 5 Users Guide. GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada. / *Preporučena literatura*: Cedergren, H. R. (1989): Seepage, Drainage, and Flow Nets. John Wiley & Sons, New York.; Fredlund, D. G., Rahardjo, H. (1993): Soil Mechanics for Unsaturated Soils. John Wiley & Sons, NY.

2103 Mehanika tla (3+2) 7,5

Modeli i mehanika tla: efektivna naprezanja i porni tlakovi, volumske varijable, deformacije, troosni i drugi uređaji. Tragovi naprezanja i pokusi na tlu. Elastičnost. Plastičnost i popuštanje: popuštanje u pijescima i glinama. Jednostavni elasto-plastični model tla: elastična i plastična deformacija, očvršćavanje, plastični potencijal, normalnost ili asocijativno tečenje, opća formulacija elasto-plastičnosti. Očvršćavajući elasto-plastični model: Cam glina, drenirani i nedrenirani troosni pokusi. Kritična stanja: gline i pijesci, linija kritičnih stanja, kvalitativno ponašanje tla. Čvrstoća tla: Mohr-Coulombov model, linija kritičnih stanja, nedrenirana čvrstoća, parametri pornog tlaka, vršna čvrstoća, stabilnost i kolaps, analize u ukupnim i efektivnim naprezanjima, kritična i rezidualna čvrstoća, gornji i donji granični teorem. Širenje pri smicanju: Roweova jednačba, zakoni tečenja, čvrstoća i širenje. Određivanje parametara tla, indeksni pokazatelji. Primjena i ograničenja elasto-plastičnih modela. / *Obvezna literatura*: Wood, D. M. Soil Behaviour and Critical States Soil Mechanics. Cambridge University Press, Cambridge, 1990., Davis, R. O., Salvadurai, A. P. S. (Plasticity and geomechanics. Cambridge University Press, Cambridge, Velika Britanija, 2002./ *Preporučena literatura*: Wood, D. M. Geotechnical Modelling. Spon Press, London, 2004.

2319 Konstrukcije (2+2) 6,0

Osnovna načela projektiranja nosivih konstrukcija. Osnove seizmičkog obračuna konstrukcija. Inženjerske konstrukcije (silosi, skladišta, vodospremnici, vodotornjevi, rashladni tornjevi, dimnjaci). Osnove prednapinjanja betonskih konstrukcija. Prednapinjanje u mostogradnji. Prednapinjanje u visokogradnji. Prednapinjanje u geomehanici. Prednapinjanje u hidrogradnji. Novi materijali u konstrukcijama. / *Obvezna literatura*: Pičulin, S.; Konstrukcije CD s predavanjima. Zagreb. / *Preporučena literatura*: Hiroyuki Aoyama. Design of Modern Highrise Reinforced Concrete Structure. London : Imperial College Press, 2001

2104 Mehanika stijena (2+2) 6,0

Program istražnih radova za projektiranje i izvođenje geotehničkih konstrukcija u stijenskim masama. Klasifikacije stijenske mase: Terzagijeva klasifikacija.

Lauferova klasifikacija. RQD klasifikacija, RSR klasifikacija. RMR klasifikacija. Q klasifikacija. Kriteriji čvrstoće stijenske mase: Coulomb kriterij. Griffith kriterij. Modificirani Griffith kriterij, Originalni Hoek-Brown. Unaprijeđeni Hoek-Brown. Modificirani Hoek-Brown. Opći Hoek-Brown. Veza Mohr-Coulomb i Hoek-Brown kriterija. Čvrstoća diskontinuiteta. Deformabilnost stijenske mase. Osiguranja stabilnosti stijenskih pokosa. Vrste lomova. Analize stabilnosti. Numeričko modeliranje u mehanici stijena. Pristup proračunu stabilnosti stijenskih pokosa. Reološki modeli stijena. Rastrožba. Postojanost. Prikaz izvedenih geotehničkih zahvata u stijeni. / *Obvezna literatura*: Hudson, J. A., Harrison, J. P. Engineering Rock Mechanics, An Introduction to the Principles, Pergamon Press, Oxford, UK, 1997. / *Preporučena literatura*: Hudson, J. A., Harrison, J. P. Engineering Rock Mechanics, Illustrative Worked Examples, Pergamon Press, Oxford, UK, 2000.

2105 Temeljenje (3+2) 7,5

Uvod: vrste temelja i načini izgradnje, plitki i duboki temelji, jame i razupiranje, dreniranje, stabilizacija i ojačanja tla. Plitki temelji: temelji samci, roštilji i ploče, drenaže i hidroizolacije, slijeganje, nosivost, interakcija konstrukcija-temelj-tlo, oblikovanje. Duboki temelji: piloti i grupe pilota, vrste pilota, negativno trenje, ploče s pilotima; bunari. Potporne konstrukcije i upornjaci. Posebna temeljenja: temeljenje u rijeci i u moru, ojačanje postojećih temelja. Izbor temeljenja i osnove za projektiranje: geotehnički istražni radovi, izbor vrste temelja, odnos opterećenja i slijeganja od malih deformacija do sloma, nosivost, interakcija konstrukcija-temelj-tlo, oblikovanje temelja za jednolika slijeganja, utjecaji na susjedne objekte, temelji strojeva. Posebnosti temelja u odnosu na vrstu tla: temelji u pijesku, slijeganje, iskopi u pijesku, utjecaj vibracija, temelji u glini, plitki i duboki temelji u glini, temelji u prašinstim naslagama, temelji na neujednačenim i mješovitim tlama, temelji na stijeni. Oštećenja od izgradnje temelja, opažanje ponašanja temeljnih konstrukcija. / *Obvezna literatura*: Nonveiller, E. Mehanika tla i temeljenje građevina, II. izdanje. Školska knjiga, Zagreb, 1981. / *Preporučena literatura*: Peck, R. B., Hanson, W. E., Thornburn, T. H. Foundation Engineering. John Wiley & Sons, NY, 1953.; Tomlinson, M. J. Foundation Design & Construction. Longman Scientific & Technical, Harlow, 1995.; Coduto, D. P. Foundation Design – Principles and Practices. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994.; Bowles, J. E. Foundation Analysis and Design. McGraw Hill, NY, 1982.

2106 Numeričko modeliranje u geotehnici (2+3) 7,5

Svrha i dometi numeričkog modeliranja u geotehnici. Metode granične ravnoteže: Bishopova, Specerova, Morgenstern-Priceova, Primjena. Diskretizacija

jednadžbi procjeđivanja i ravnoteže metodom konačnih elemenata: konačni elementi, interpolacijske funkcije, numerička integracija, rubni i početni uvjeti. Nelinearna analiza: metoda tangentne krutosti, Newton-Raphsonova metoda, metoda dužine luka. Rubni i početni uvjeti: zadani pomaci, naprezanja, koncentrirane sile, volumske sile, građenje, iskopavanje, porni tlakovi, početna stanja. Ulazni podaci: mreža konačnih elemenata, rubni uvjeti, slojevi tla, model tla, parametri tla, simulacija standardnih pokusa izabranim modelima materijala, prikaz početnog stanja naprezanja i pornih tlakova, prikaz faza izgradnje, prikaz kriterija konvergencije. Izlazni podaci: deformirana mreža, vektori pomaka, konture naprezanja, pornih tlakova i deformacija, konture razine naprezanja i varijabli stanja. Opće preporuke za modeliranje: veličina područja mreže, izbor numeričke analize, izbor modela tla, izbor konačnih elemenata, parametarske analize ulaznih podataka. Modeliranje posebnih konstrukcija: kosine, potporne konstrukcije, nasipi, jame, plitki temelji, piloti, 2D i 3D analiza. Ograničenja i zamke numeričkog modeliranja: pogreške diskretizacije, progušćenje mreže, strukturalni elementi modelirani u dvije dimenzije, problemi simulacije izgradnje, podvodna izgradnja, nekonzistentnost ulaznih podataka, kalibracija. / *Obvezna literatura*: GEO-SLOPE International : SLOPE/W Version 5 Users Guide. GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada, 2001.; GEO-SLOPE International: SIGMA/W Version 5 Users Guide. GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada, 2001. / *Preporučena literatura*: Cost Action 7, Working Group A : Guidelines for the use of advanced numerical analysis. Thomas Telford Ltd, London, Velika Britanija. 2002.; Potts, D. M., Zdravković, L.: Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering: Tehory. Thomas Telford, London, Velika Britanija, 1999., Potts, D. M., Zdravković, L.: Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering: Application. Thomas Telford, London, velika Britanija, 1999.

2108 Terenska ispitivanja i opažanja (2+2) 6,0

Program terenskih istražnih radova. Istražne jame. Sondažne bušotine. Određivanje razine podzemne vode. Krilna sonda. Penetracijski pokusi: standardni penetracijski pokus, statički penetracijski pokus, laka penetracijska sonda. Presiometarski pokusi: presiometar tipa Menard, samobušači presiometar, dilatometar. Geofizički istražni radovi: refrakcija, cross-hole, down-hole, spektralna analiza površinskih valova. Program opažanja geotehničkih konstrukcija. Mjerenja i opažanja deformacija tla i stijena: geodetska mjerenja, vertikalni i horizontalni inklinometar, klizni deformatar i mikrometar, klinometar, mjerenje pukotina. Mjerenja i opažanja naprezanja u tlu i stijeni tlačnim ćelijama. Metode ispitivanja cjelovitosti i nosivosti pilota. Interpretacije rezultata mjerenja i opažanja. Povratne analize. / *Obvezna literatura*: Simons, N., Menzies, B., Matthews, M. A short course

in geotechnical site investigation. Thomas telford, London, Velika Britanija, 2002.; Dunnicliff, J. Geotechnical Instrumentation for Monitoring Field Performance, John Wiley & Sons, New York, USA, 1993. / *Preporučena literatura*: Nicholson, D., Tse, C.-M., Penny, C. The Observational Method in Ground Engineering. CIRIA. Report 185, London, UK, 1999.

2109 Nasute i potporne građevine (2+2) 6,0

Vrste nasutih građevina (hidrotehnički nasipi i brane, nasipi za prometnice, odlagališta otpada). Izbor zemljanih materijala, ispitivanje na terenu i u laboratoriju, teorija zbijanja, svojstva zbijenog materijala, način ugradnje. Proračuni stabilnosti i deformacija nasutih građevina (procjeđivanje, primjena metoda granične ravnoteže, primjena MKE na jednostavnijim modelima tla, seizmička stabilnost, izbor primjerenih parametara). Izbor tipova brane, zonirani nasipi, varijacije rješenja, prikaz značajnijih brana. Monitoring nasutih građevina, pojave nestabilnosti, oštećenja i rušenja brana, utjecaj izvođenja na stabilnost i deformacije. Odlagališta industrijskog i komunalnog otpada. Primjena i vrste potpornih konstrukcija. Osnove proračuna zemljanih pritisaka (koncepti opisa zemljanih pritisaka, Rankineova stanja, Coulombova metoda i točnost, djelovanje potresa, dodatno opterećenje na površini terena). Potporni zidovi, armirane zemljane konstrukcije. Ukopane potporne stijene, sidrenje potpornih konstrukcija, elementi proračuna geotehničkih sidara. Proračuni ukopanih potpornih stijena (projektni i teorijski zahtjevi, proračunski postupci). / *Obvezna literatura*: Nonveiller, E. Mehanika tla i temeljenje građevina, II. izdanje. Školska knjiga, Zagreb, 1981.; Nonveiller, E. Nasute brane – projektiranje i građenje, Školska knjiga, Zagreb, 1983, 359 str. / *Preporučena literatura*: Nonveiller, E. Kliženje i stabilizacija kosina, Školska knjiga, Zagreb, 1987, 204 str.; Embankment Dam Engineering – Casagrande Volume, Eds. R. C. Hirschfeld and S. J. Poulos, John Wiley & Sons, New York, 1973, 454 str.; Wilson, S. D., Marsal, R. J. Current Trends in Design and Construction of Embankment Dams, ASCE, New York, 1979.; US Dept. of Interior, Bureau of Reclamation: Design of small dams 3rd ed, 1987.; Dembicki, E.: Tlak, otpor i nosivost tla, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1982.; Gaba, A. R., Simpson, B., Powrie, W., Beadman, D. R: Embedded retaining walls-guidance for economic design, Report CIRIA C580, London, 2003.

2110 Hidrogeologija i inženjerska geologija (2+0) 3,0

Hidrogeologija. Uloga hidrogeologije u građevinarstvu. Klasifikacija podzemnih voda. Režim podzemnih voda. Metode istraživanja. Voda u kršu. Određivanje zaštitnih zona. Interpretacija hidrogeoloških istraživanja. Inženjerska geologija i

njena uloga u građevinarstvu. IG klasifikacije stijena. Metode istraživanja. Svojstva stijena za potrebe u građevinarstvu. / *Obvezna literatura*: Weight, W. & Sonderregger, J. : Manual of Applied Field Hydrogeology, 2001.; Waltham, T. Foundations of Engineering Geology, / *Preporučena literatura*: Fetter, C. W. Applied Hydrogeology, 2000.; Rahn, P. Engineering geology: An Environmental Approach, 1996.; T. West Geology Applied to Engineering, 1994.

2820 Dinamika konstrukcija (2+1) 4,5

Pregled dinamičkih utjecaja na konstrukcije. Oscilacije sustava s jednim stupnjem slobode. Oscilacije sustava s više stupnjeva slobode. Utjecaj rezonancije. Problem vlastitih vrijednosti. Metoda Stodola-Vianello. Preporuke za projektiranje. Kvazistatički proračun zgrada. Spektralni proračun zgrada. Uvod u proračun zgrada uz pobudu akceleroگرامima. Interpretacija propisanih pravila. Auditorne vježbe: Opće upute za rješavanje svake od cjelina od kojih se sastoje programski zadaci. Projektantske vježbe: Realizacija auditornih vježbi na računalima. Konstrukcijske vježbe: Pomoć svakom studentu pojedinačno pri realizaciji projektantskih vježbi. Seminar: Prezentacija završnih radova. / *Obvezna literatura*: A. Mihanović: *Dinamika konstrukcija*, Split, 1995. / *Preporučena literatura*: R. W. Clough, J. Peinzen: *Dynamics of Structures*, McGraw-Hill, New York, 1993.; A. Chopra: *Dynamics of Structures*, Prentice Hall, New Jersey, 1995.

2114 Geotehnički projekt (2+2) 6,0

Opća načela i specifičnosti geotehničkog i građevinskog projektiranja. Prikaz mjerodavne regulative i općih postavki Eurokoda 7-Geotehnika (granična stanja, geotehnički podaci, postupci projektiranja i dokazivanja mehaničke otpornosti i stabilnosti, karakteristične geotehničke konstrukcije, seizmičko geotehničko inženjerstvo). Upravljanje kvalitetom i osiguranje kvalitete u geotehničkom projektiranju i izvedbi. Programiranje terenskih i laboratorijskih istražnih radova za tipične slučajeve (izbor metoda, raspored i dubine istraživanja, gustoća uzorkovanja). Prikazi istražnih radova, geotehnički modeli temeljnog tla, izbor mjerodavnih geotehničkih parametara. Varijantna tehnička rješenja, izbor materijala i karakteristike tehnologija izvedbe. Prikazi složenijih geotehničkih konstrukcija i zahvata iz prakse. Izrada geotehničkog projekta za karakteristične geotehničke konstrukcije – temeljenje, građevne jame i poboljšanje tla, potporne konstrukcije, nasute građevine, osiguranje usjeka i sanacije klizišta (projekt obuhvaća pripremu geotehničkih podloga, izradu geotehničkog modela temeljnog tla, izbor parametara, izbor tehničkih rješenja, geotehničke proračune, grafičke prikaze, tehničke uvjete izvedbe i troškovnik). Izlaganje i rasprava o projektima. /

Obvezna literatura: Eurocode 7 – Geotehnika: Geotehničko projektiranje, 1. dio: Opća pravila; HRN ENV 1997-1: 2001.; Nonveiller, E. Mehanika tla i temeljenje građevina, II. izdanje. Školska knjiga, Zagreb, 1981. / *Preporučena literatura:* Tomlinson, M. J. Foundation Design and Construction. Longman Scientific and Technical, Harlow, 1995.; Bowles, J. E. Foundation Analysis and Design. McGraw Hill, NY.; Coduto, D. P. Foundation Design, Principles and Practices. Prentice Hall, NJ, 1994.; Winterkorn, H. F., Fang, H.-Y.: Foundation Engineering Handbook, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1982, 752 str.; Geotechnical Engineering Handbook Vol 1-3, Ed. U. Smoltzyck, Ernst&Sohn Verlag, Berlin, 2002.; Technical engineering and design guides adapted from the US Army Corps of Engineers, ASCE; CIRIA – design reports, London.

4.2.1.2. IZBORNI PREDMETI

2111 Podzemne građevine (2+2) 6,0

Osnovni pojmovi i razvoj podzemnih građevina. Proces projektiranja podzemnih građevina. Elementi primarnog podgradanog sustava. Elementi sekundarnog podgradnog sustava. Opterećenje na podgradu: Teorije samonosivog svoda. Elastično oslonjeni prsten. 2D i 3D naponsko-deformacijske analize. Razrada profila. Vrijeme podgrađivanja. Karakteristične krivulje stijenske mase i podgrade. Projektiranje podgradnog sustava na osnovi RMR klasifikacije. Projektiranje podgradnog sustava na osnovi Q klasifikacije. Pобољшanje stijenske mase kod iskopa podzemnih građevina i metode iskopa. Nova Austrijska Tunelska Metoda: načela, glavni principi i specifični principi. Opažanja i mjerenja u podzemnim građevinama. / *Obvezna literatura:* Hoek, E., Brown, E. T. Underground excavations in rock, The Institution of Mining and Metallurgy, London, England, 1980. / *Preporučena literatura:* TA : 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.

2112 Geotehnika i zaštita okoliša (2+1) 4,5

Osnovna načela zaštite okoliša (znanost o okolišu, okoliš na zemlji, pojam i podrijetlo zagađenja tla, vode i zraka, suvremeni trendovi rješavanja ekoloških problema, koncept održivog razvoja, regulativa). Prikazi i izlaganja aktualnih problema zaštite okoliša. Otpad i zbrinjavanje otpada, koncept zatvorenog odlagališta, sastavni dijelovi, štetni produkti. Geotehnički aspekti odlagališta otpada, svojstva otpada kao građevinskog materijala. Stabilnost pokosa

odlagališta (statički i seizmički uvjeti, kontakti s geosinteticima, utjecaj eluata). Potrebna svojstva prirodnih i umjetnih materijala za brtvene i drenažne slojeve, način gradnje, korištenje geosintetika. Praćenje stanja u odlagalištu i okolišu, primjeri nestabilnosti i klizanja odlagališta. Odlagališta industrijskog otpada. Prijenos zagađenja kroz tlo i vodu, sprječavanje zagađenja i sanacija zagađenog tla. Zaštita od prolaza vibracija kroz tlo. / *Obvezna literatura*: Znidarčić, D., Kovačić, D., Kvasnička, P., Mulabdić, M.: „Geotehnologija pri odlaganju komunalnog otpada“, Hrvatsko društvo građevinskih inženjera, Građevni godišnjak, 1996.; Z. Milanović: Deponij – trajno odlaganje otpada, ZGO-Zagreb, 1992.; Z. Milanović, S. Radović, V. Vučić: Otpad nije smeće, Gospodarstvo i okoliš, V. Gorica, 2002./ *Preporučena literatura*: M. L. McKinney, R. M. Schoch: Environmental Science (Systems and Solutions), 3rd ed., Jones and Bartlett Publishers, Boston, 2003.; ISSMFE Technical Committee TC 5: Environmental Geotechnics, Report, Bochum, 1997.; R. M. Koerner, D. E. Daniel: Final Covers for Solid Waste Landfills and Abandoned Dumps, ASCE Press & Thomas Telford, 1997.; R. M. Koerner: Designing with Geosynthetics, 4th edition, Prentice Hall, 1998.; R. K. Rowe, R. M. Quigley, J. R. Booker: Clayey Barrier Systems for Waste Disposal Facilities, E&FN SPON, 1995.

2115 Ojačanje tla i stijena (2+2) 6,0

Principi ojačanja tla i stijena: povećanje nosivosti, kontrola ukupnih i diferencijalnih slijeganja, smanjenje vremena potrebnog da se ostvare deformacije, smanjenje likvefakcijskog potencijala, smanjenje propusnosti tla, uklanjanje vode iz tla, povećanje posmične čvrstoće i stabilnosti pokosa, povećanje erozijske stabilnosti, stvaranje unutarnjih drenažnih sustava. Metode ojačanja temeljnog tla i stijena: zamjena tla, premještanje tla, reduciranje opterećenja, vertikalni drenovi, dubinsko vibracijsko zbijanje, konsolidacijsko i mlazno injektiranje, predopterećenje, inundacija, opteretne berme, sidrene konstrukcije, armiranje tla, kemijski postupci, smrzavanje, grijanje, vegetacija. Kontrola kvalitete ojačanja tla i stijena: laboratorijski istražni radovi, terenski istražni radovi, metode mjerenja i opažanja. / *Obvezna literatura*: Mitchell, J. M., Jardine, F. M.: A Guide to Ground Treatment. CIRIA publication C573, London, UK, 2002. / *Preporučena literatura*: Bell, F. G.: Engineering Treatment of Soils, Spon Press, London, UK, 1993.; Moseley, M. P. Ground Improvement., CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 1993.

2113 Dinamika tla (2+2) 6,0

Uvod: osnove oscilacija (slobodne i prisilne oscilacije neprigušenog i prigušenog jednostavnog oscilatora), instrumenti za mjerenje oscilacija. 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. Svojstva ciklički opterećenih tala: histereza, krutost, prigušenje, čvrstoća, cikličke volumenske deformacije i porni pritisci, laboratorijski pokusi, terenski pokusi. Oscilacije temelja: vertikalne, bočne, torzijske, zibajuće i vezane oscilacije plitkih temelja, teorija i mjerenja, oscilacije temelja na pilotima, obrana od vibracija. Nosivost tla u dinamičkim uvjetima. Geotehničko seizmičko inženjerstvo: djelovanje potresa na tlo i konstrukcije, primjeri iz prakse. Potresno opterećenje: definicije pojmova, karakteristike gibanja tla za vrijeme potresa. Širenje potresnih valova: vertikalno širenje kroz uslojenu sredinu, nelinearno ponašanje tla, amplifikacija. 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. Likvefakcija: likvefakcija u laboratoriju i na terenu, laboratorijski i terenski pokusi, poboljšanje likvefabilnog tla. / *Obvezna literatura:* Das, B. M.: Principles of Soil Dynamics. Brooks/Cole, Pacific Grove, CA, 1993. / *Preporučena literatura:* Kramer, S. L. Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall. NJ, 1996.; Prakash, S. Soil Dynamics. McGraw-Hill, NY, 1981.

2803 Teorija elastičnosti i plastičnosti (3+2) 7,5

Uvod i definicija čvrstog deformabilnog kontinuuma (Povijesni razvoj i podjela mehanike kontinuuma). Osnove vektorskog i tenzorskog računa (Euclidov E^3 prostor, Transformacije koordinata, Operacije s tenzorima). Model deformiranja materijalnog kontinuuma. (Lagrangeov i Eulerov pristup deformiranju tijela). Tenzor naprezanja i njegova svojstva. (Stanje naprezanja u okolišu točke, Jednadžbe ravnoteže, Statička dopustivost, Transformacije komponenata, Svojstvene vrijednosti). Tenzor deformacija i njegova svojstva. (Gradijenti pomaka i deformacija, Konačne deformacije, Infinitesimalne deformacije, Kinematička dopustivost, Jednadžbe kompatibilnosti). Jednadžbe stanja i konstitucije. (Zakoni stanja, Tenzor materijalne krutosti i fleksibilnosti, Potencijal linearno-elastičnog tijela). Rubne zadaće u teoriji elastičnosti i pristup njihovu rješavanju. (Formulacija rubnih zadaća, Iskazivanje rješenja i njegova svojstva). Potencijalna energija čvrstog deformabilnog tijela i energetski principi i teoremi. Primjena numeričkih postupaka u rješavanju rubnih zadaća teorije elastičnosti. Ravninske zadaće teorije elastičnosti. (Ravninsko naprezanje i deformacija, Airyeva funkcija naprezanja u pravokutnim i polarnim koordinatama, Svojstva rješenja ravninskih

zadaća i neki potencijali rubnih zadaća). Prostorne zadaće teorije elastičnosti. (Torzija, Poluprostor, Tanke ploče). Uvod u teoriju plastičnosti i osnovni kriteriji plastičnosti. (Modeli plastičnosti, Pravila plastičnog tečenja, Konstante plastičnosti). Zakoni konstitucije u teoriji tečenja materijala. (Misses-Levyeve i Prandtl-Reusove jednačbe, Inkrementalni postupci u teoriji tečenja). Neki potencijali plastičnosti. / *Obvezna literatura*: Z. Kostrenčić: Teorija elastičnosti, Školska knjiga, Zagreb, 1982.; J. Brnić: Elastomehanika i plastomehanika, Školska knjiga, Zagreb, 1996. / *Preporučena literatura*: S. Timošenko: Teorija elastičnosti, Građevinska knjiga, Beograd, 1962.; Y. A. Amenzade: Theory of Elasticity, MIR Publishers Moscow, 1979.; G. E. Mase: Theory and Problems of Continuum Mechanics, McGROW-HILL COMPANY, 1970.

2318 Potresno inženjerstvo (2+0) 3,0

Potres. Modalna analiza konstrukcije: analiza odgovora u vremenu i analiza spektralnog odgovora. Propisi. Duktilnost. Problem kritičnog smjera djelovanja potresa i određivanje ekstremnih unutarnjih sila u konstrukciji. Nove metode zaštite građevina od potresa. Aktivna i pasivna zaštita građevine. Najčešće primjenjivani protupotresni uređaji. / *Obvezna literatura*: Separati s predavanja; Čaušević, M. Potresno inženjerstvo. Zagreb : Školska knjiga, 2001.; Chopra, A. K. Dynamics of structures, Theory and applications to earthquake engineering. New Jersey : Prentice Hall, Engle Wood Cliffs, 1995., Chopra, A. K. Dynamics of structures a primer. Eartquake engineering research institute, 1985.

4.2.2. Smjer HIDROTEHNIKA

4.2.2.1. OBVEZNI PREDMETI

2201 Hidraulika (3+2) 7,5

Uvod: tekućine, energija i transformacija oblika energije, modeliranje hidrodinamičkih procesa. Tečenje u otvorenim koritima: nejednoliko tečenje u otvorenim koritima, nestacionarno tečenje u otvorenim koritima, tečenje s postepenim i tečenje s naglim promjenama, lom brane, kratki objekti (preljevi, istjecanje, slapišta). Sustavi pod tlakom: stacionarno strujanje u cijevnim mrežama, nestacionarno strujanje s postepenim promjenama – oscilacije vodnih masa, nestacionarno strujanje s naglim promjenama – vodni udar, crpke i turbine. Hidraulika podzemnih voda: hidraulika podzemnih voda u stijenama međuzrnske poroznosti, zdenci (stacionarno i nestacionarno strujanje, probno crpljenje), regionalni modeli, strujanje podzemnih voda u stijenama pukotinske poroznosti. Pronos tvari: mehanizmi pronosa, pronos u vodonosnim slojevima, pronos u moru. Djelovanje vjetra na građevinske objekte. / *Obvezna literatura*: Gjetvaj G. Interna skripta; H. Rouse, Tehnička hidraulika. / *Preporučena literatura*: W. Kinzelbach; Groundwater modeling, Elsevir; Ven te Chow; Open Chanell Hydraulics, McGraw-Hill Book Company 1986. Internet.

2202 Hidrologija 2 (2+2) 6,0

Analiza podataka o oborinama: prostorne i vremenske promjene intenziteta oborina, određivanje reprezentativnog skupa oborinskih podataka, izrada ITP krivulja (intenzitet, trajanje, ponavljanje). Hidrološki procesi na kopnu: određivanje intercepcije i evapotranspiracije, procjeđivanje u tlo i površinsko tečenje vode, podzemna voda, vlažnost tla, zasićena i nezasićena zona. Mjerenje razine podzemne vode, identifikacija i tipovi vodonosnika, propustljivost i transmisivnost vodonosnika, darcy-ev zakon filtracije, povezanost podzemne i površinske vode, bazno i direktno otjecanje, odvajanje i prikaz baznog i direktnog otjecanja na hidrogramu. Metode određivanja direktnog otjecanja: Metoda jediničnog hidrograma, sintetički jedinični hidrogrami, trenutni jedinični hidrogram, vrijeme koncentracije direktnog otjecanja sa sliva i vrijeme podizanja hidrograma. S-hidrogram. T-satni jedinični hidrogram. Tvorba prognoziranog hidrograma. Ostale parametarske metode za proračun otjecanja: SCS metoda (Soil Conservation Service), redukcija vrha hidrograma od olujnih kiša koje traju kraće od vremena koncentracije otjecanja, metoda izokrona, metoda rezervoara,

metode prof. Srebrenovića, metoda prof. Gavrliovića. Matematičko modeliranje u hidrologiji: vrste modela, teorijski, konceptualni i sustavni modeli, deterministički i stohastički modeli. Primjena GIS tehnologije u hidrologiji. / *Obvezna literatura*: Srebrenović, D. Primijenjena hidrologija, Tehnička knjiga, Zagreb, 1986.; Žugaj, R. Hidrologija, udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 2000. / *Preporučena literatura*: Vuković, Ž. Osnove Hidrotehničke – Knjiga I, Poglavlje 2: Hidrologija, str. 19-133, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1944.; Bonacci, O. Oborine glavna ulazna veličina u hidrološki ciklus, udžbenik Sveučilišta u Splitu, Geing, Split, 1994.; Polak, Z. Hidrogeologija za građevinare, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Građevinski fakultet Zagreb, 1995.; Miletić, P., Heinrich Miletić, M. Uvod u kvantitativnu hidrogeologiju, RGN – fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1981.; Ven Te Chow: Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill book Company, New York, 1964.; Viessman, W. Jr., Lewis. L. G. Introduction to Hydrology, Harper-Collins-College-Publishers, New York, 1996. Wilson, E. M. Engineering hydrology /fourth edition/, Macmillan Press LTD, London, 1990.; Srebrenović, D.: Problemi velikih voda, Tehnička knjiga, Zagreb, 1986.

2203 Regulacija vodotoka (3+2) 7,5

Svrha, problemi i zadaće regulacija, uloga regulacija u vodnom gospodarstvu, osnovne definicije i podjele, inženjerske zadaće u regulacijama vodotoka. Morfologija riječnog korita, inženjerski prikaz vodotoka, podjela riječnog toka i karakteristike, osnovne morfološke značajke vodotoka, uvjeti nestabilnosti korita, teorija režimskog korita. Vođenje trase, odabir poprečnog profila i uzdužnih padova, interakcija geometrijskih elemenata korita. Hidrološke osobine prirodnih vodotoka, režim voda, režim nanosa, režim leda, hidrološki proračuni neizučениh i izučениh vodotoka. Hidraulički proračuni prirodnih i umjetnih vodotoka; proračuni tečenja, proračuni pronosa nanosa, proračuni globalne i lokalne stabilnosti korita. Regulacijski radovi na koritu vodotoka, regulacijske građevine. Reguliranje vodnog režima, zahvati na slivu i objekti za reguliranje vodnog režima, funkcioniranje. Obrana od poplava, tehnička obrana nasipa. Građevine na vodotocima, pregled s tumačenjem funkcionalnost. / *Obvezna literatura*: M. Gjurović: Regulacije rijeka / *Preporučena literatura*: Ž. Vuković: Osnove hidrotehnike, Prvi dio, druga knjiga, E. Svetličić: Otvoreni vodotoci – regulacije.

2206 Plovni putevi i luke (3+3) 9,0

Osnove inženjerske oceanologije: morski valovi, idealni valovi, realni valovi, morske struje. Građenje u moru. Brodovi i manevri u luci. Luke: pojam luke i pristaništa, prometne funkcije luka i pristaništa, promet roba u luci. Vrste luka, oblik

luke, lučke kopnene građevine, unutrašnje lučke pomorske građevine, vanjske lučke pomorske građevine. Vrste i kategorizacija unutarnjih plovnih putova. Uređaji za svladavanje visinskih prepreka na unutarnjim plovnim putevima. / *Obvezna literatura*: Tadejević, Z., Pršić, M. Pomorska hidraulika I, skripta, Građevinski fakultet Zagreb, 1977. / Pršić, M., Tadejević, Z. Riječni plovni putevi, skripta, Građevinski fakultet Zagreb, 1988. / *Preporučena literatura*: CERC – Shore Protection Manual; Coastal Engineering Research Center, US Government Printing Office, Washington DC, 1984., CEM-Coastal Engineering Manual, US Army, Waterways Experimental Station, 2003., EAU Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen, Ernst und Sohn, 1996., Technical standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan, The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan, 2002.

2207 Hidrotehničke melioracije 1 (3+2) 8,0

Osnovni zadaci i podloge hidrotehničkih melioracija: melioracija tla i hidrotehničke melioracije; Izgrađenost hidrotehničkih melioracija u Hrvatskoj; vodni režim u tlu i biljna proizvodnja; podloge za hidrotehničke melioracije. Hidromelioracijski objekti i sustavi površinske odvodnje: zaštita melioracijskih područja od vanjskih poplavnih voda; utjecaj prirodnih obilježja na razmake melioracijskih kanala IV. i III. reda; hidromodul površinske odvodnje – specifični dotok vode u melioracijske kanale; otvoreni kanali – dimenzioniranje; sustavi, vrste i mreža otvorenih kanala; objekti na otvorenim kanalima: propusti, mostovi, ustave, čepovi, stepenice, crpne stanice, sifoni, brzotoci, zaštita dna i pokosa – osnovni elementi dimenzioniranja i izgradnja objekata; osnovni tehničko-financijski pokazatelji građenja i održavanja kanalske mreže površinske odvodnje. Hidromelioracijski sustavi podzemne odvodnje – cijevna drenaža: potreba, svrha i značenje cijevne drenaže – za biljnu proizvodnju; osnove meliorativne pedologije; dimenzioniranje cijevne drenaže; mreža – sustavi podzemne odvodnje; Objekti i način izgradnje cijevne drenaže; primjena i efekti drenaže poljoprivrednih zemljišta. Hidromelioracijski sustavi za navodnjavanje: potreba i svrha navodnjavanja; zahvat vode za navodnjavanje; sustavi i vrste natapanja zemljišta; dimenzioniranje hidromelioracijskih sustava za natapanje; objekti za navodnjavanje i uređaji za natapanje; ribnjaci – osnovni projektni elementi. Izvedba i regulativa: tehnologija izgradnje i održavanja hidromelioracijskih objekata i sustava za odvodnju i navodnjavanje; strojevi za izvedbu hidromelioracijskih radova; zakon o vodama i hidrotehničke melioracije. / *Obvezna literatura*: Kos, Z. Hidrotehničke melioracije tla, I. dio – odvodnjavanje, 1989., II. dio – navodnjavanje, Školska knjiga, Zagreb, 1987.; Skupina autora: Priručnik za hidrotehničke melioracije, I. kolo, knjiga 2 i 3, Društvo za odvodnju i navodnjavanje

Hrvatske, Zagreb, 1984., 1985. / *Preporučena literatura*: Priručnici za hidrotehničke melioracije, I. kolo, knjiga 4, 1987., knjige 5 i 6, 1989.-1991.; II. kolo, knjige 3, 4, 5, 6, *odabrana poglavlja*, Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje, Zagreb i Građevinski fakultet, Rijeka, 1994. – 1997.

2319 Konstrukcije (2+2) 6,0

Osnovna načela projektiranja nosivih konstrukcija. Osnove seizmičkog obračuna konstrukcija. Inženjerske konstrukcije (silosi, skladišta, vodopremnici, vodotornjevi, rashladni tornjevi, dimnjaci). Osnove prednapinjanja betonskih konstrukcija. Prednapinjanje u mostogradnji. Prednapinjanje u visokogradnji. Prednapinjanje u geomehanici. Prednapinjanje u hidrogradnji. Novi materijali u konstrukcijama. / *Obvezna literatura*: Pičulin, S.; Konstrukcije CD s predavanjima. Zagreb. / *Preporučena literatura*: Hiroyuki Aoyama. Design of Modern Highrise Reinforced Concrete Structurec. London : Imperial College Press, 2001.

2210 Hidrotehnički sustavi (3+1) 6,0

Voda i vodni resursi. Osnovni pojmovi: sustavi; procesi; vodno gospodarstvo; hidrotehnika. Mjesto i zadaci vodnog gospodarstva u gospodarstvu države. Zakonska regulativa. Hidrotehnički sustavi i građevine: svrha; zadaci. Upravljanje višenamjenskim hidrotehničkim sustavima. Promjene u okolini izgradnjom hidrotehničkih sustava i građevina. Ciljevi, kriteriji i mjerila za ocjenjivanje rješenja. Proces odlučivanja – izbor povoljnih rješenja (postupci optimalizacije). Procjena koristi ostvarenja hidrotehničkih sustava. Procjena troškova ostvarenja hidrotehničkih sustava. Raspodjela koristi i troškova kod višenamjenskih sustava. Primjeri hidrotehničkih sustava (izlaganje i obilazak). Održavanje hidrotehničkih sustava. / *Obvezna literatura*: Linsley, P. K., Franzini, J. B. et al: Water-Resources Engineering; New York, McGraw Hill Book Com. 1991.; Đorđević, B.: Vodoprivredni sistemi; Beograd, IRO Građevinska knjiga, 1989.; Đorđević, B. Cybernetics in Water Resources Management; Water Resources Publication, 1993. / *Preporučena literatura*: Zakonska regulativa; Thuesen, G. J, Fabrycky W. J.: Engineering Economy; Prentice-Hall Int. Inc. 1989.; James, L. D., Lee, R. R.: Economics of Water Resources Planning; Mc Graw-Hill Inc, 1971.

2211 Opskrba vodom i odvodnja 2 (2+2) 6,0

Zakonski okviri vodoopskrbe i odvodnje u svjetlu Europske okvirne direktive o vodama. Utjecaj vodoopskrbe i odvodnje na okoliš. Zakonitosti potražnje i potrošnje vode. Alternativni postupci čišćenja i ispuštanja otpadnih voda. Tehničke mjere i uređaji za čišćenje oborinskih i rasteretnih oborinskih voda mješovitog

sustava odvodnje. Alternativni sustavi odvodnje: tlačna, vakuumska i gravitacijska kanalizacija malih profila. Dimenzioniranje i oblikovanje preljevnih građevina u kanalskoj mreži. Matematički modeli vodoopskrbe i odvodnje (matematički modeli EPANET i SWMM). Upravljanje sustavima vodoopskrbe i odvodnje u realnom vremenu. Planiranje, građenje i održavanje uređaja za čišćenje i kondicioniranje voda. Bezrovnoske tehnike građenja i obnavljanja cjevovoda. Ekonomsko-tehničke analize za odabir najpovoljnijih elemenata sustava vodoopskrbe i odvodnje. Organizacijski i zakonski aspekti djelovanja javnih komunalnih poduzeća. / *Obvezna literatura*: Interna skripta na CD-u. / *Preporučena literatura*: Metcalf & Eddy; Wastewater Engineering, Treatment Disposal, Reuse, McGraw-Hill International Editions, 2002.; Steel, E. W., Mc Ghee, T. J.: Water Supply and Sewerage, Mc Graw Hill Book Company, London 1991.

2208 Korištenje vodnih snaga (2+2) 6,0

Energija i snaga vode u prirodi. Osnovni princip korištenja vodnih snaga. Potrebe na snazi i energiji, uloga vodnih snaga. Osnovni tipovi hidroelektrana. Istražni radovi sa stajališta korištenja vodnih snaga. Hidroenergetski proračuni i analize vodnih tokova. Proračun snage i energije pri promjenjivim padovima i protocima. Gospodarska svojstva hidroelektrana. Utjecaj hidroelektrana na okoliš. Veličina i izbor veličine izgradnje. Niskotlačne hidroelektrane. Srednje i visoko tlačne hidroelektrane. Glavne grupe građevina kod hidroelektrana. Vodne turbine – osnovna svojstva i područje primjene. Ostala oprema HE (generatori, transformatori, rasklopišta, upravljanje i održavanje). Korištenje i održavanje hidroelektrana (2). Primjeri izvedenih hidroelektrana. / *Obvezna literatura*: Stojić P.: Hidroenergetika; Split, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, 1995.; Đorđević B.: Korišćenje vodnih snaga; Đorđević, B.: Korišćenje vodnih snaga – Objekti hidroelektrana; Nauč. knj. i GF Beograd; 1989. Žugaj, M.: Posebne analize u hidrotehnici; Zagreb, Građevinski institut, 1981. / *Preporučena literatura*: Mosony E.: Water Power Development, Vol. I-II, Budapest, Akademiai Kiado, 1987; Third, Ed. Civil Engineering Guidelines for Planning and Designing Hydroelectric Developments; Vol 1-3; New York, American Society of Civil Engineers, 1989.

4.2.2.2. IZBORNI PREDMETI

2201 Opskrba vodom i odvodnja 1 (2+1) 4,0

Opskrba vodom: uvod; vodoopskrbni sustavi; potrošnja vode; izvorišta; vodozahvati; crpne stanice; kondicioniranje vode; vodospreme; vodoopskrbne mreže; kućni vodovodi. Odvodnja: uvod; sustavi odvodnje; mjerodavne količine otpadnih voda; kanalizacijske mreže; građevine kanalizacijske mreže; pročišćavanje otpadnih voda; ispusti; kućne kanalizacije. / *Obvezna literatura*: Vuković, Ž.: Interna skripta / *Preporučena literatura*: Gulić, I.: Opskrba vodom, HSGI, 2000.; Margeta, J.: Kanalizacija naselja, GFS, 1998.; Steel, E. W. and Terence, J. McG.: Water Suplly and Sewerage, Mc Graw Hill Book Company, 1991.

2205 Zaštita voda (2+1) 4,0

Temeljna ekološka načela. Svojstva vode: fizikalna, kemijska, mikrobiološka. Pokazatelji stanja voda i veličine onečišćenja. Kronično i akutno onečišćenje – najveći dozvoljeni unos onečišćenja, pristup standarda efluenta i kombinirani pristup. Integralno upravljanje kakvoćom vode u slivu: kontrola koncentriranih i raspršenih izvora onečišćenja, postupci čišćenja otpadnih voda, modeli kakvoće vode (osnovni model Streeter-Phelpsa i matematički model QUALL), ispuštanje vode u vodna tijela (model CORMIX). Zaštita okoliša od negativnog djelovanja prometnica. Studija o zaštiti okoliša; znanstvena, tehnološka, ekonomska, pravna i sociološka ishodišta. Direktive EU o zaštiti voda. / *Obvezna literatura*: Interna skripta na CD-u; Tedeschi, S.: Zaštita voda, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, 1997. / *Preporučena literatura*: Metcalf & Eddy; Wastewater Engineering, Treatment Disposal, Reuse, McGraw-Hill International Editions, 2002.

2212 Urbana hidrologija (2+2) 6,0

Utjecaj urbanizacije na hidrološke procese: razlike urbanih i prirodnih slivova, hidrološki procesi na urbanim slivovima, oborine, intercepcija, infiltracija, retenciranje vode u udolinama, površinsko tečenje, tečenje i retenciranje u sabirnim olucima, rigolima i kanalima. Hidrološke i hidrauličke karakteristike urbanih sustava: karakteristike elemenata sustava kišne i mješovite kanalizacije, 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 ekspanzijski bazeni, upustne i ispustne građevine. Proračun otjecanja od jakih kiša: empirijske formule i racionalna metoda, vrijeme koncentracije otjecanja, efektivna oborina i koeficijent

otjecanja, korelacijski odnos oborina – otjecanje, otjecanje od topljenja snijega. Izrada i značenje ITP-krivulja kiša u urbanim područjima. Metode određivanja hidrograma otjecanja: jedinični hidrogram urbanog sliva, Los Angeles hidrogram, Chicago hidrogram, SCS metoda (*Soil Conservation Service Method*), ostale metode. Određivanje mjerodavne kiše za projektiranje kanalizacijskog sustava: poplave u urbanim područjima, ekonomski aspekti određivanja projektne kiše, odabir kišnog intenziteta i trajanja kiše, određivanje projektnog hidrograma. Hidrologija prometnica i autocesta i hidrologija aerodroma. Suvremeni principi urbane odvodnje, kakvoća vode u urbanim slivovima, skupljanje i korištenje oborinskih voda, upuštanje u podzemlje. Matematičko modeliranje otjecanja s urbanih slivova i upravljanje sustavom urbane odvodnje. / *Obvezna literatura*: 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>; Maksimović, Č., Tejada-Guibert, J. A.: *Frontiers in Urban Water Management*. IWA Publishing, London, 2001. www.iwapublishing.com; Ven Te Chow: *Handbook of Applied Hydrology*, McGraw-Hill book Company, New York, 1964. / *Preporučena literatura*: Okrugli stol: Urbana hidrologija, Split 25-26 travnja 2002., zbornik radova, Hrvatsko hidrološko društvo i Hrvatske vode; Petraš, J.: *Urbana hidrologija – autorizirana predavanja*, Građevinski fakultet, Zagreb, 2005.

2213 Pročišćavanje voda (2+2) 6,0

Kondicioniranje pitkih voda: postupci: taloženje, filtracija, aeracija, uklanjanje metala i nemetala, okusa, mirisa, boje, desalinizacija, dezinfekcija, proračun i dimenzioniranje jediničnih tehnoloških postupaka, prethodne analize vode i pogon pilot uređaja, praćenje učinkovitosti uređaja za kondicioniranje pitkih voda, zbrinjavanje pratećih proizvoda kondicioniranja – muljevi, kemikalije. Čišćenje komunalnih otpadnih voda: postupci: fizikalni, kemijski, biološki, napredne tehnologije, alternativni postupci, proračun i dimenzioniranje jediničnih tehnoloških postupaka, prethodne analize vode i pogon pilot uređaja, praćenje učinkovitosti uređaja za čišćenje otpadnih voda, zbrinjavanje pratećih proizvoda čišćenja – muljevi, krutine, kemikalije, energetska korištenje, ponovna uporaba pročišćene vode. / *Obvezna literatura*: Interna skripta na CD-u; Gulić, I. *Kondicioniranje vode*, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, 2003. / *Preporučena literatura*: Metcalf & Eddy; *Wastewater Engineering, Treatment Disposal, Reuse*, McGraw-Hill International Editions, 2002.

2214 Modeliranje u hidrotehnici (2+2)

Jednadžbe gibanja: dominantne sile, stacionarni i nestacionarni procesi. Granični sloj: modeli opisa graničnog sloja. Pojam modela. Modeliranje gibanja tekućine. Vrste i izbor modela. Fizikalni modeli: zakoni sličnosti, ograničenja i prednosti, tipovi modela. Matematički modeli: numeričke metode rješavanja, ograničenja i prednosti, stabilnost i pouzdanost modela. Hibridni modeli: daleko i blisko polje modeliranja. Ostale vrste modela. Dvofazni modeli: tekuće faze, mješovite faze, pronos tvari. Korelacijska analiza model-priroda. Značaj kod projektiranja, izgradnje i korištenja hidrotehničkih objekata. / *Obvezna literatura*: Kobus: Hydraulic Modelling, Springer Verlag, 1980.; Novak, Čabelka: Models in Hydraulic Engineering, Pitman 1981.; Jović: Uvod u modeliranje hidrauličkih procesa, Aqarius, 1983. / *Preporučena literatura*: Dostupna literatura pod nazivom sličnim obaveznoj.

2215 Hidrotehničke melioracije 2 (2+2) 6,0

Osnove meliorativne pedologije: postanak tla, klasifikacija tla, mehanička i fizikalna svojstva tla, voda u tlu, melioracijski problemi hidromorfnih tala, pedološka istraživanja. Utjecaj terenskih obilježja melioracijskih područja na projektne i izvedbene elemente hidromelioracijskih objekata i sustava za površinsku i podzemnu odvodnju i navodnjavanje. Uređenje i održavanje vodnog režima poljoprivrednih zemljišta: potrebe optimalnog razvoja biljnih kultura, značenje održavanja hidromelioracijskih objekata i sustava za optimalni vodni režim tala i njihov utjecaj na ostvarenje stabilnih prinosa biljnih kultura. Strojevi i oprema za izgradnju hidromelioracijskih objekata i sustava: površinske, podzemne odvodnje i navodnjavanja. Tehnologija i troškovi izgradnje hidromelioracijskih objekata i sustava. Tehnologija i troškovi održavanja hidromelioracijskih sustava. Hidromelioracijski sustavi i višenamjenski vodnogospodarski objekti. / *Obvezna literatura*: Grupa autora: Priručnici za hidrotehničke melioracije, I. kolo, knjiga 5 i 6, 1989.-1991., II. kolo, knjiga 5, 1996., knjiga 7, 1999., odabrana poglavlja, Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje Zagreb, Građevinski fakultet Rijeka. / *Preporučena literatura*: Vidaček, Ž. Gospodarenje melioracijskim sustavima odvodnje i natapanja, odabrana poglavlja, Agronomski fakultet, Zagreb i Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje, Zagreb, 1998.; Priručnik za hidrotehničke melioracije, II. kolo, knjiga 4, 1995. i knjiga 6, 1997., Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje, Zagreb i Građevinski fakultet Rijeka.

2216 Postupci zaštite od voda (2+2) 6,0

Uvod, vodnogospodarski uzdužni profil vodotoka, vodotoci kao elementi vodnogospodarskog sustava. Istraživanja postupaka zaštite od voda u sklopu vodnogospodarskih osnova i planova. Istraživanja o uređenju malih vodotoka s nepokretnom omočenom konturom, pristup dimenzioniranju korita postupkom dopuštene brzine toka. Pristup proračunu optimalnih dimenzija korita korištenjem postupka dopuštene pokretne sile. Znanstveni pristup načinima zaštite korita od fluvijalne erozije i proračunu elemenata građevinsko-tehničke zaštite. Koncept režimskog korita, stabilne proporcije korita u aluviju. Koncept prilagođavanja poplavnom riziku pri zaštiti od poplava, mogućnosti i načinima zaštite. Analiza elemenata sustava zaštite od poplava, oteretnih i obodnih kanala, čelnih i bočnih retencija te retencijskog prostora u sklopu akumulacija. Istraživanja objekata za upravljanje vodama, ustava, preljeva, čepova. Pristupi određivanju optimalnih dimenzija zaštitnih nasipa, njihova izvođenja i održavanja. / *Obvezna literatura*: Chang H. H: Fluvial processes in River Engineering, Krieger publishing company, 1998.; Jansen, P. Ph. et al: Principles of River Engineering – The non – tidal alluvial river, Pitman Publishing Limited, London, 1979. / *Preporučena literatura*: Water Resources Project Planning, UN Office of Technical Cooperation: Water Resources Series No. 41, NY, 1972.; Hemphil, R. & Bramley, M. E.: Protection of river and canal banks, CIRIA and Butterworths, London, UK, 1989.

2820 Dinamika konstrukcija (2+1) 4,5

Pregled dinamičkih utjecaja na konstrukcije. Oscilacije sustava s jednim stupnjem slobode. Oscilacije sustava s više stupnjeva slobode. Utjecaj rezonancije. Problem vlastitih vrijednosti. Metoda Stodola-Vianello. Preporuke za projektiranje. Kvazistatički proračun zgrada. Spektralni proračun zgrada. Uvod u proračun zgrada uz pobudu akcelrogramima. Interpretacija propisanih pravila. Auditorne vježbe: Opće upute za rješavanje svake od cjelina od kojih se sastoje programski zadaci. Projektantske vježbe: Realizacija auditornih vježbi na računalima. Konstrukcijske vježbe: Pomoć svakom studentu pojedinačno pri realizaciji projektantskih vježbi. Seminar: Prezentacija završnih radova. / *Obvezna literatura*: A. Mihanović: *Dinamika konstrukcija*, Split, 1995. / *Preporučena literatura*: R. W. Clough, J. Peinzen: *Dynamics of Structures*, McGraw-Hill, New York, 1993.; A. Chopra: *Dynamics of Structures*, Prentice Hall, New Jersey, 1995

2217 Projektiranje u hidrotehnici (0+4) 6,0

Izrada idejnog projekta* vodne građevine ili neke konstrukcije na vodnoj građevini: Razrada i prikaz podloga, tehnološko ili funkcionalno rješenje,

proračuni, tehnički opis, troškovnik, nacrti. Projekt treba biti opremljen po standardu hrvatskog zakonodavstva. Ideja je da se projekt izradi u studentskom timu radi stjecanja znanja o optimalnoj tehnologiji projektiranja.

Obvezna literatura: Zakon o gradnji RH, Zakon o vodama RH, Pravilnik o izradi studija utjecaja na okoliš, te drugi pravilnici vezani na Zakon o gradnji RH. / *Preporučena literatura:* Euronorma ENV 1991, razni međunarodni standardi.

* Predmetni projekt studenti mogu u dogovoru s mentorom izabrati iz bilo kojeg stručnog predmeta hidrotehnike.

2218 Biološke vodogradnje (2+2) 6,0

Značaj bioloških vodogradnji i podloge za njihovo planiranje: definicija, svrha i značaj bioloških vodogradnji, podloge za planiranje i projektiranje. Utjecaj vodnog režima na vodeno bilje: krivulja trajanja vodostaja, vodni režim i vegetacijski period na otvorenim vodotocima i umjetnim jezerima, obalno vegetacijski profili. Vodeno i priobalno bilje – uzgoj i priprema za vodogradnje: najvažnije vodeno, obalno i zaobalno bilje, uzgoj i priprema bilja za biološke vodogradnje. Primjena bilja u vodogradnjama: bilje kao konstitutivni dio regulacijskih građevina, primjena trske u zaštiti obala, primjena vrba i živih pletera, primjena grmolikog bilja i stabala mekog drveta. Uređenje okoliša: uređenje inundacija i riječnih otoka, uzgoj i održavanje šumskih kompleksa u priobalju vodotoka i umjetnih jezera, parkovi i pejzažna arhitektura u priobalju vodotoka i umjetnih jezera, renaturalizacija reguliranih vodotoka. Utjecaj bioloških vodogradnji na očuvanje i zaštitu voda. / *Obvezna literatura:* Coppin, N. J., Richards I. G.: Use of vegetation in Civil Engineering. CIRIA /Construction Industry Research and Information Association/, London, 1990.; Der biologische Wasserbau – an den Bundeswasserstrassen, Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz, Verlag eugen Ulmer, Stuttgart, 1965.; Svetličić, E.: Otvoreni vodotoci – pokosi i njihova sigurnost, JVP Hrvatska vodoprivreda, Zagreb, 1979. Petraš, J.: Biološke vodogradnje – autorizirana predavanja, Građevinski fakultet Zagreb, 2000. / *Preporučena literatura:* Flüsse und Bäche erhalten – entwickeln – gestalten, Wasserwirtschaft in Bayern, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, Heft 21, München, 1989.; Flüsse – Bäche – Auen.. pflegen und gestalten, Wasserwirtschaft in Bayern, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, Besonders Publication, München, 1991.

2219 Hidrotehnička zaštita prometnica (2+2) 6,0

Utjecaj prometnica na okoliš: emisije onečišćenja u automobilskom prometu, redovita i akcidentna zagađenja, kakvoća otjecajnih voda s prometnica; procjena

tereta onečišćenja – simulacija stvaranja i ispiranja onečišćenja uz pomoć matematičkog modela SWMM. Zakonska regulativa koja regulira probleme odvodnje prometnica. Sustavi odvodnje prometnica: prikupljanje i transport oborinskih i procjednih voda, kanalski sustavi: otvoreni, zatvoreni, u tunelima, na mostovima i vijaduktima, zaštitne građevine za obradu prikupljenih voda, građevine za konačno ispuštanje obrađenih voda. Ostale konstruktivne i nekonstruktivne mjere za smanjenje negativnih utjecaja na okoliš. Dimenzioniranje i oblikovanje elemenata sustava odvodnje. Pogon i održavanje sustava odvodnje. / *Obvezna literatura*: Interne skripte na CD-u; Studija: Odvodnja prometnica – Zaštita okoliša od negativnog djelovanja, GF, 2000. / *Preporučena literatura*: HWA: Evaluation and Management of Highway Runoff Water Quality, FHWA-PD-96-032, 1996.

2220 Eksperimentalna hidraulika (2+2) 6,0

Uvod: mjerni sustavi, planiranje mjerenja, optimalizacija pokusa. Fizikalni modeli: osnivanje modela, osnove fizikalnog modeliranja i uvjeti sličnosti, hidrotehnički laboratorij, primjeri fizikalnog modeliranja. Mjerenja u prirodi: organizacija i metode mjerenja. Mjerna tehnika: mjerenje razine vode, mjerenje brzine, mjerenje protoka, mjerenje tlaka i sila, mjerenje ostalih parametara (temperatura, koncentracija tvari,...). Prikupljanje i obrada izmjerenih podataka: mjerna sredina, senzori i izvršni organi, obrada signala, multipleksori, analogno digitalni konverter, prikaz rezultata, pogreške mjerenja. Korelacijski problemi (analiza i korištenje dobivenih rezultata). Studenti trebaju sami osmisлити pokus te provesti i obraditi dobivene rezultate. / *Obvezna literatura*: Gjetvaj, G. Interna skripta, Kobus, H.: Hydraulic modeling, Verlag Paul Parey, Hamburg, 1980. / *Preporučena literatura*: Čabelka, Novak,...

2221 Posebni hidroenergetski sustavi (2+2) 6,0

Male hidroelektrane (MHE): Definicije. Mogućnosti izgradnje. Korištenje MHE i uklapanje u energetske sustav. Podloge i istražni radovi. Zahvati vode, dovodi i odvodi. Strojarnice i oprema za proizvodnju i upravljanje. Upravljanje i održavanje. Gospodarska uloga i njihova isplativost. Promjene u okolini. Crpno-akumulacijske hidroelektrane (CAHE): Uloga u elektroenergetskom sustavu. Mogućnosti izgradnje. Akumulacije – izgradnja, održavanje i korištenje. Zahvati vode, dovodi i odvodi, hidraulički proračuni. Strojarnica i oprema (turbine, crpke). Upravljanje i održavanje. Promjene u okolini. Ostali oblici korištenja vodnih snaga: Korištenje snage vode koja nastaje promjenom razine vode (plima i oseka). Korištenje snage valova. Korištenje mehaničke energije vode (mlinovi i slična postrojenja – povijesni

osvrt). / *Obvezna literatura*: Civil Engineering Guidelines for Planning and Designing Hydroelectric Developments; New York, American Society of Civil Engineers, 1989, Vol. 4 – Small-scale Hydro; Vol. 5 – Pumped Storage and Tidal Power.; Stojić, P.: Hidroenergetika; Split, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, 1995. / *Preporučena literatura*: Zgradimo majhno hidroelektranu; Zveza organizacij za tehnično kulturu Slovenije, 1986; Del 1-5.; Mosony, E.: Water Power Development, Vol. I-II, Budapest, Akademiai Kiado, 1987; Third Ed.

2222 Pomorske građevine (2+2) 6,0

Kejovi: potrebne podloge, tipovi i detaljno oblikovanje, opterećenja, proračuni konstrukcije, projektiranje detalja. Lukobrani: potrebne podloge, tipovi i detaljno oblikovanje, opterećenja, proračuni konstrukcije, projektiranje detalja. Podmorski cjevovodi: potrebne podloge, tipovi i detaljno oblikovanje, opterećenja, proračuni konstrukcije, projektiranje detalja. Marine. / *Obvezna literatura*: CERC – Shore Protection Manual; Coastal Engineering Research Center, US Government Printing Office, Washington DC, 1984., CEM-Coastal Engineering Manual, US Army, Waterways Experimental Station, 2003., EAU Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen, Ernst und Sohn, 1996., Technical standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan, The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan, 2002.

2318 Potresno inženjerstvo (2+0) 3,0

Potres. Modalna analiza konstrukcije: analiza odgovora u vremenu i analiza spektralnog odgovora. Propisi. Duktilnost. Problem kritičnog smjera djelovanja potresa i određivanje ekstremnih unutarjih sila u konstrukciji. Nove metode zaštite građevina od potresa. Aktivna i pasivna zaštita građevine. Najčešće primjenjivani protupotresni uređaji. / *Obvezna literatura*: Separati s predavanja; Čaušević, M. Potresno inženjerstvo. Zagreb : Školska knjiga, 2001.; Chopra, A. K. Dynamics of structures, Theory and applications to earthquake engineering. New Jersey : Prentice Hall, Engle Wood Cliffs, 1995., Chopra, A. K. Dynamics of structures a primer. Earthquake engineering research institute, 1985.

4.2.3. Smjer KONSTRUKCIJE

4.2.3.1. OBVEZNI PREDMETI

2301 Prednapeti beton (2+2) 6,0

Opći podaci o prednapetom betonu: vrste prednapinjanja; tipovi prednapetih betonskih konstrukcija; sustavi sidrenja natega; uvođenje sile prednapinjanja u konstrukciju; osnove proračuna prednapetih betonskih konstrukcija; primjena računala; svojstva gradiva u prednapetim betonskim konstrukcijama; dimenzioniranje presjeka – zadovoljenje osnovnih kriterija; granična stanja uporabljivosti; stabilnost prednapetih betonskih elemenata; zamor prednapetih betonskih konstrukcija; ponašanje prednapetih betonskih konstrukcija u požaru; izrada i montaža prednapetih betonskih konstrukcija; prednapinjanje u mostogradnji; prednapinjanje industrijskih objekata; prednapinjanje u visokogradnji (okviri, stropne ploče, kupole, ljuske); prednapinjanje u geotehnici; održavanje i sanacija prednapetih betonskih konstrukcija; primjena novih materijala. / *Obvezna literatura*: Pičulin, S.; Dekanović, Đ.; Kindij, A. *Prednapete betonske konstrukcije*, CD s predavanjima 2001.-2005., Zagreb. / *Preporučena literatura*: Leonhardt, V. *Vorlesungen über Massivbau, Fünfter Teil*. Berlin, Heidelberg, New York : Springer-Verlag, 1979.

2302 Mostovi II (2+2) 6,0

Elementi oblikovanja građevina. Oblikovanje mostova. Projekt mosta – konceptualno projektiranje. Optimizacija varijanti. Kombinacije djelovanja na mostove. Osnove proračuna mostova. Problematika stabilnosti mostova. Seizmički proračun. Gredni mostovi (proračun i i konstruiranje). Punostijeni glavni nosači metalnih mostova. Rešetkasti glavni nosači. Gredni mostovi (građenje). Pločasti mostovi (proračun, projektiranje, građenje). Kolnici željezničkih mostova. Spregovi. Čelične ortotropne ploče. / *Obvezna literatura*: Radić, J. *Mostovi*. Zagreb : Dom i svijet, 2002.; Tonković, K. *Masivni mostovi (Opća poglavlja)*. Zagreb : Školska knjiga 1977.; Tonković, K. *Mostovi (Građenje)*. Zagreb : Školska knjiga 1979. / *Preporučena literatura*: Taly, N. *Design of Modern Highway Bridges*. New York : McGraw-Hill, 1992.; Bennett, D. *The Creation of Bridges*. New Jersey : Chartwell Books, 1999.

2303 Metalne konstrukcije II (2+2) 6,0

Odlike čeličnih konstrukcija. Arhitektura i čelik. Ekonomski parametri građenja čelikom. Postupak projektiranja – viša razina. Uvod u inženjerstvo pouzdanosti.

Umor – dimenzioniranje. Višedijelni tlačni elementi. Stabilnost hrptova uslijed poprečnog naprezanja. Konstrukcije od tankostijenih profila. Projektiranje pločastih elemenata i limenih nosača. Sustavi prostornih konstrukcija. Nosivi sustavi višekatnih zgrada. Konstrukcije izvedene užetom. Detalji u čeličnim konstrukcijama. / *Obvezna literatura*: Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Metalne konstrukcije 3. Zagreb : IA Projektiranje 1998.; Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Metalne konstrukcije 4. Zagreb : IA Projektiranje 2003.; Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Modeliranje konstrukcija prema EC3. Zagreb : IA Projektiranje 2004. / *Preporučena literatura*: McKenzie, W. C. Design of Structural Steelwork. Macmillan 1998.

2304 Pouzdanost konstrukcija (2+0) 3,0

Značenje inženjerstva pouzdanosti. Definicije i temeljni pojmovi. Analiza i vrednovanje oštećenja konstrukcija. Opasnosti u graditeljstvu i preostali rizici. Prepoznavanje opasnosti i planiranje mjera za njihovo otklanjanje. Skupljanje i obrada podataka o konstrukcijama. Stohastičko modeliranje odgovora konstrukcije, djelovanja i otpornosti. Bazne varijable i modeli. Pouzdanost elementa. Temeljni problem jednadžbe graničnog stanja. Prošireni problem jednadžbe graničnog stanja. Ovisnost indeksa pouzdanosti i vjerojatnosti otkazivanja. Pouzdanost sustava. Dokaz pouzdanosti s parcijalnim faktorima – europske norme. / *Obvezna literatura*: Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Metalne konstrukcije 4. Zagreb : IA Projektiranje 2003.; Separati s predavanja. / *Preporučena literatura*: Ditlevsen, O.; Madsen, H. O. Structural Reliability Methods. Wiley 1996.

2305 Betonske konstrukcije II (2+2) 6,0

Složene ploče. Ravne ploče. Trokutaste ploče. Ploče oslonjene na dva susjedna ruba. Ploče s otvorima. Proračun: teorijske postavke; odredbe propisa; konstruktivne pojedinosti. Torzija armiranobetonskih presjeka. Granična stanja uporabljivosti. Puzanje i skupljanje betona. Progibi greda. Proračun pukotina po PBAB i po EC2. Minimalna armatura ploča i greda za ograničenje pukotina. Vitki stupovi. Elementi opterećeni uzdužnom silom i momentom savijanja. Proračun po teoriji drugog reda. Interakcijski dijagrami. Lokalna tlačna naprezanja. Kratke konzole. Čvorovi i zglobovi okvira. Nosivi sustavi od armiranobetonskih zidova. Puni zidovi i zidovi s otvorima. Mješoviti nosivi sustavi okvira i zidova. Zidni (visokostijeni) nosači. Okvirni nosivi sustavi. Temeljne i potpome armiranobetonske konstrukcije. Konstruktivne pojedinosti zida. Vrste zidova, debljine i veze. Proračunski primjeri. Zidanje. Materijali i njihovo skladištenje. Priprema morta i betona za ispunu. Zidanje zida i betoniranje ispune. Zaštita novoizvedenog zida. Kategorije kontrole zidanja. Zidane građevine u seizmičkim

područjima. Materijali i zidni vez. Proračunski modeli. Primjeri. Jednostavna pravila proračuna zidanih zgrada. Pravila za seizmička područja. Proračunski primjeri. Ojačanje ziđa. Građevine oštećene potresom. Istražni radovi. Ojačanje zidanih građevina. / *Obvezna literatura*: Tomičić, I. Betonske konstrukcije. Zagreb : Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, 1996.; Tomičić, I. Priručnik za proračun armiranobetonskih konstrukcija. Zagreb : Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, 1996.; Sorić, Z. Zidane konstrukcije (drugo, prošireno izdanje). Zagreb : vl. nakl., 2004. / *Preporučena literatura*: Hrvatske norme HRN ENV 1992, norme za betonske konstrukcije (Eurokod 2); Hrvatske norme HRN ENV 1996, norme za zidane konstrukcije (Eurokod 6), Hrvatske norme HRN ENV 1991, norme za opterećenja konstrukcija (Eurokod 1); Hrvatske norme HRN ENV 1998, norme za seizmička područja,

2306 Metalne konstrukcije III (2+2) 6,0

Teorija plastičnosti kod čeličnih konstrukcija: Modeliranje čeličnih konstrukcija. Analiza i dimenzioniranje okvirnih sustava. Klasifikacija okvira. Elastično kritično opterećenje okvira za bočno pomičan mod. Imperfekcije okvira. Metode globalne elastične analize okvira. Metode globalne plastične analize okvira. Analiza i klasifikacija priključaka. Modeliranje djelovanja na konstrukcije. Hale u kojima saobraćaju dizalice. Projekt hale prema Eurocode 3. Posebni tipovi čeličnih konstrukcija. Nosivi sustavi čeličnih konstrukcija. / *Obvezna literatura*: Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Metalne konstrukcije 3. Zagreb : IA Projektiranje 1998.; Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Metalne konstrukcije 4. Zagreb : IA Projektiranje 2003.; Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Modeliranje konstrukcija prema EC3. Zagreb : IA Projektiranje 2004., Separati predavanja nastavnika. / *Preporučena literatura*: Davies, J. M.; Brown, B. A. Plastic Design. Blackwell Science 1996.

2307 Drvene konstrukcije II (2+2) 6,0

Industrijska proizvodnja tipskih lameliranih konstrukcija. Materijali: kontrola kvalitete. Pločasti elementi od materijala na osnovi drva. Novi materijali na osnovi drva. Kompoziti. Lamelirani lijepljeni nosači: proračun tipskih lameliranih nosača posebne geometrije. Oblikovanje i karakteristični detalji. Naprezanja u zakrivljenim lameliranim nosačima kao posljedica proizvodnje. Praktične mjere ojačanja naprezane zone lameliranih nosača pri prekoračenju nosivosti na vlak okomito na vlakanca. Ravninski sustavi lameliranih nosača: okvirni i lučni. Prostorni sustavi. Detalji lameliranih konstrukcija: oblikovanje i proračun. Zaštita, obnova i sanacija drvenih konstrukcija. Osnove projektiranja i izvođenja zgrada od drva: industrijska

proizvodnja zgrada od drva. Analize okvirnih i panelnih sustava zgrada. Detalji. Građenje. Industrijska proizvodnja. Osnove projektiranja i izvođenja drvenih mostova: povijesni pregled i suvremeni sustavi (tipovi, detalji, proračun cjeline i detalja). Prostorni koncept i prostorni sustavi drvenih konstrukcija: roštiljni sustavi, hipari, složenice, mrežaste konstrukcije (svodovi, sfere). Modeliranje konstrukcija i detalja. Proračunski modeli; ravninski i prostorni. Sprezanje drva s drugim materijalima, sprezanje drva s drvom i materijalima na bazi drva. Prednaprezanje u drvenim konstrukcijama: Howe i Cruciano rešetkasti sustavi. Prednapinjanje. Poprečno prednapeti sustavi. / *Obvezna literatura*: Bjelanović, A.; Rajčić, V. Drvene konstrukcije prema europskim normama. Zagreb : Hrvatska sveučilišna naklada, 2005.; Žagar, Z. Drvene konstrukcije I i II. Zagreb : Pretei d.o.o. 2002.; Žagar, Z. Drveni mostovi. Zagreb : Pretei d.o.o, 2003. / *Preporučena literatura*: DIN 1052: Teil 1, Teil 2, Teil 3, Teil 4, 2000.; Informationdienst Holz: Düsseldorf, 1995.; Halas, R.; Scheer, C. Holzbau-Taschenbuch. Berlin : IES Verlag, 2000.; Gütz-Mohler_Natterer. Holzbauatlas. München : CMA, 1999.

2308 Trajnost konstrukcija I (2+2) 6,0

Programi gospodarenja građevinama. Banka podataka: postupci održavanja. Modeliranje trajnosti građevina (numerički). Modeliranje trajnosti građevina (konstrukcijski). Integralni nosivi mostovi. Detalji odlučni za trajnost građevina. Metodologija obnove nakon većih razaranja. Konstrukcijska ojačavanja. Sanacije konstrukcija. Adaptacija i rekonstrukcija. Uklanjanje građevina, reciklaža. / *Obvezna literatura*: Radić, J. Trajnost konstrukcija II (skripta) / *Preporučena literatura*: Ryall, M. J. Bridge Management. Oxford : Butterworth Heineman, 2001.

2309 Montažne armiranobetonske konstrukcije (2+2) 6,0

Što je predgotovljeni beton. Materijali koji se upotrebljavaju u predgotovljenim betonskim konstrukcijama. Predgotovljena okvirna analiza. Predgotovljene stropne konstrukcije. Predgotovljene grede. Stupovi i nosivi zidovi. Horizontalne stropne dijafragme. Spoj i veza. Veza predgotovljenog stupa i predgotovljene grede. Spojevi u predgotovljenim betonskim konstrukcijama. Pristupnik dokazuje u programu karakterističan stav u skladu s materijalom, konceptom i načinom izgradnje. / *Obvezna literatura*: Separati s predavanja i auditornih vježbi; Twelmeier, H. Betonfertigteilkonstruktionen, TU Hannover, 1973.; Mók, L. Montagebau in Stahlbeton, Akademiai Kiado, Budapest, 1968.; Elliott, K. S. Precast concrete structures, Butterworth-Heineman, 2002.; Elliott, K. S. Multi-storey precast concrete framed structures, Blackwell Science, 1996.; Seismic design of precast concrete building structures, State of art, FIB, October 2003. / *Preporučena literatura*: Precast concrete in mixed

construction, State-of-art, FIB, June 2002.; Floor Connections – Precast Concrete Connection Details, Beton – Verlag, Düsseldorf, 1981. Structural Design Manual – Precast Concrete Connection Details, Beton – Verlag, Düsseldorf, 1978.

2311 Betonske konstrukcije III (2+2) 6,0

Inženjerske građevine: Kratko osvježenje gradiva iz predmeta 2. semestra „Betonske i zidane konstrukcije II“. Ovijeni stupovi: stupovi ovijeni spiralnom armaturom; stupovi ovijeni čeličnim plaštom (stup od betona u čeličnoj cijevi); sanacija stupova ovijanjem FRP-plahtama. Silosi: proračun; armiranje i izvedba. Ljuske: bačvaste ljuske; čunjasti krovovi; šatoraste ljuske. Kupole: rebraste; konoidne; plitke. Složenice: fleksijska i tehnička teorija proračuna. Bunker: proračun i armiranje. Vodospremnici i vodotornjevi, okruglog ili pravokutnog presjeka. Pregled nestandardnih građevina: podzemne građevine; pristaništa; brodske prevodnice; brodski navozi; visoke armiranobetonske građevine. Proračun konstrukcija uslijed požarnog opterećenja, prema HRN ENV 1992-1-2. Uvod u znanstveni rad: minimalna i maksimalna armatura armiranobetonskih nosača; osnove uporabe nemetalne armature u novim betonskim konstrukcijama; reologija betona i reološki modeli analize betonskih konstrukcija; analiza plastičnog zgloba i proračun duktilnosti plastičnog zgloba; betoni visoke čvrstoće, analiza i uporaba u konstrukcijama; mikroarmirani betoni, analiza i uporaba; FRP – kao materijal za ojačavanje konstrukcija. / *Obvezna literatura*: Tomičić, I. Betonske konstrukcije. Zagreb: Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, 1996.; Tomičić, I. Priručnik za proračun armiranobetonskih konstrukcija. Zagreb: Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, 1996.; Tomičić, I. Betonske konstrukcije – Odabrana poglavlja. Zagreb, 1996. / *Preporučena literatura*: Hrvatske norme HRN ENV 1992, norme za betonske konstrukcije (Eurokod 2); Hrvatske norme HRN ENV 1991, norme za opterećenja konstrukcija (Eurokod 1); Hrvatske norme HRN ENV 1998, norme za seizmička područja; Predavanja i vježbe; Objavljeni radovi u stranim i domaćim časopisima.

2312 Mostovi III (2+2) 6,0

Lučni mostovi – konstruiranje. Lučni mostovi – proračun. Lučni mostovi – građenje. Okvirni i razuporni mostovi, proračun, projektiranje, građenje. Spregnuti mostovi (koncepcija i proračun). Ovješeni mostovi (konstruiranje i proračun). Ovješeni mostovi (građenje). Viseći mostovi. Integralni mostovi. Posebne metode građenja u mostogradnji: konzolni postupci; uzdužno potiskivanje. Konstruiranje i proračun elemenata donjeg ustroja. Građenje elemenata donjeg ustroja. Ostvarenje i dometi. Mostovi u izvanrednim okolnostima. *Obvezna literatura*:

Horvatić, D.; Šavor, Z. Metalni mostovi. Zagreb : HDGK, 1998.; Radić, J. Masivni mostovi – skripta / *Preporučena literatura*: Šram, S. Gradnja mostova. Zagreb : Golden marketing, 2002.

2809 Ispitivanje konstrukcija (2+1) 4,5

Uvod. Svrha ispitivanja konstrukcija. Klasifikacija ispitivanja. Znanstveno-istraživačka. Kontrolna. Laboratorijska. Statička i dinamička. Kratkotrajna i dugotrajna. Mehaničke i geometrijske veličine koje se mjere pri ispitivanju konstrukcija. Apsolutni pomak točke konstrukcije. Promjena razmaka točaka konstrukcije (deformacija). Kut zaokreta. Zakrivljenost. Relativne deformacije. Pribori za mjerenje mehaničkih i geometrijskih veličina. Elementi pribora. Uvećanje. Točnost. Pouzdanost. Histereza. Osjetljivost. Područje mjerenja. Pribor za mjerenje: pomaka, promjene dužine (tenzometri), promjene kuta, promjene zakrivljenosti. Baždarenje pribora. Tenzometrija. Podjela tipova tenzometara: mehanički, optičko-mehanički, optički, akustički, električki. Elektrootporni tenzometri (EOT). Tipovi. Način postavljanja i priključivanja. Sklopovi mjernih instrumenata. Izrada pomoćnih uređaja za mjerenje pomaka, ubrzanja, sila pritiska i sl. 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. Mohrov krug deformacije. Troosno stanje deformacija i naprezanja. Važnije metode analize stanja deformacija i naprezanja konstrukcija i njihovih elemenata. Fotoelasticimetrija. Metoda Moire. Postupak s krhkim lakovima. Holografske metode. Geodetska mjerenja. Modeliranje. Postupci provjere materijala i karakteristike ispitivane konstrukcije. Vađenje jezgri. Ultrazvuk. Sklerometrija. Radiografsko snimanje. Statičko ispitivanje konstrukcija. Projekt. Izvođenje. Način opterećenja. Ocjena rezultata. Normativi i uvjeti valjanosti konstrukcije. Dinamičko ispitivanje. Projekt. Izvođenje. Način opterećenja i veličine koje se mjere. Dinamički parametri konstrukcija. Ocjena rezultata mjerenja. Normativi. / *Obvezna literatura*: Kiričenko, A. i sur.: Mjerenje deformacija i analiza naprezanja konstrukcija, DIT-Zagreb, Zagreb, 1982.; Alfirević, I., Jecić, S.: Fotoelasticimetrija, Liber, Zagreb, 1983. / *Preporučena literatura*: Brčić, V., Čukić, R.: Eksperimentalne metode u projektiranju konstrukcija, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.; Aničić, D.: Ispitivanje konstrukcija, Građevinski fakultet Sveučilišta u Osijeku, Osijek, 2002.

2820 Dinamika konstrukcija (2+1) 4,5

Pregled dinamičkih utjecaja na konstrukcije. Oscilacije sustava s jednim stupnjem slobode. Oscilacije sustava s više stupnjeva slobode. Utjecaj

rezonancije. Problem vlastitih vrijednosti. Metoda Stodola-Vianello. Preporuke za projektiranje. Kvizistatički proračun zgrada. Spektralni proračun zgrada. Uvod u proračun zgrada uz pobudu akcelrogramima. Interpretacija propisanih pravila. Auditorne vježbe: Opće upute za rješavanje svake od cjelina od kojih se sastoje programski zadaci. Projektantske vježbe: Realizacija auditornih vježbi na računalima. Konstrukcijske vježbe: Pomoć svakom studentu pojedinačno pri realizaciji projektantskih vježbi. Seminar: Presentacija završnih radova. / *Obvezna literatura*: A. Mihanović: *Dimamika konstrukcija*, Split, 1995. / *Preporučena literatura*: R. W. Clough, J. Peinzen: *Dynamics of Structures*, McGraw-Hill, New York, 1993.; A. Chopra: *Dynamics of Structures*, Prentice Hall, New Jersey, 1995.

2316 Specijalne inženjerske građevine (2+1) 4,5

Tornjevi i jarboli. Dimnjaci. Konstrukcija za natkrivanje velikih prostora: ljuske; kupole; vlačne i pneumatske strukture. Konstrukcije sportskih objekata. Podvodne građevine. Strukture nad vodom. Pomične strukture. Pontonske građevine. / *Preporučena literatura*: Walther, R. Bauen mit Beton. Ernst and Sohn, 1997.; Kelkar, V. S.; Sewell, R. T. Fundamentals of the Analysis and Design of Steel Structures. Prentice-Hall, 1987.; Irvine M. Cable Structures. MIT Press, 1981.

2317 Spregnute konstrukcije (2+1) 4,5

Vrste i razvoj spregnutih konstrukcija. Pojam sudjelujuće širine betonske ploče. Ponašanja u području pozitivnog i negativnog momenta savijanja. Metode proračuna unutarnjih sila i momenata savijanja. Dokaz pouzdanosti za krajnje granično stanje i granično stanje uporabivosti. Otpornost veze s raznim tipovima moždanika. Tipovi spregnutih ploča. Dokaz pouzdanosti za krajnje granično stanje i granično stanje uporabivosti kod ploča. Tipovi spregnutih stupova. Dimenzioniranje stupova, otpornost presjeka i problem izvijanja. Osiguranje spreznja između čeličnog i betonskog dijela elementa. Priklučci kod spregnutih konstrukcija. Vatrozaštita. Konstrukcijske pojedinosti. / *Obvezna literatura*: Horvatić, D. Spregnute konstrukcije čelik-beton. Zagreb : Masmedia 2003.; Separati s predavanja. / *Preporučena literatura*: Vayas, I. Verbundkonstruktionen auf der Grundlage des Eurocode 4. Ernst und Sohn 1999.

4.2.3.2. IZBORNI PREDMETI

2313 Stabilnost konstrukcija (2+1) 4,5

Općeniti kriteriji za elastičnu stabilnost. Metode procjene kritičnog opterećenja. Globalni i lokalni instabilitet konstrukcijskih elemenata. Iterativne metode za rješavanje problema stabilnosti. Utjecaj imperfekcija na stabilnost konstrukcijskih elemenata i sustava. Stabilnost konstrukcijskih elemenata kompleksno napreznih. Stabilnost realnih konstrukcijskih elemenata. Stabilnost realnih okvirnih sustava. Stabilnost realnih ploča. Analiza stabilnosti ljsaka. Problemi stabilnosti sustava kod otvaranja plastičnih zglobova. Stabilnost u europskoj normi. Posebni problemi stabilnosti konstrukcija. Praktični primjeri. / *Obvezna literatura*: Skripta iz stabilnosti konstrukcija, Građevinski fakultet Zagreb. / *Preporučena literatura*: Čaušević, M. Statika i stabilnost konstrukcija. Rijeka : Građevinski fakultet 2004.

2314 Trajnost konstrukcija II (2+1) 4,5

Programi gospodarenja građevinama. Banka podataka: postupci održavanja. Modeliranje trajnosti građevina (numerički). Modeliranje trajnosti građevina (konstrukcijski). Integralni nosivi mostovi. Detalji odlučni za trajnost građevina. Metodologija obnove nakon većih razaranja. Konstrukcijska ojačavanja. Sanacije konstrukcija. Adaptacija i rekonstrukcija. Uklanjanje građevina, reciklaža. / *Obvezna literatura*: Radić, J. Trajnost konstrukcija II (skripta) / *Preporučena literatura*: Ryall, M. J. Bridge Management. Oxford : Butterworth Heineman, 2001.

2315 Visoke građevine (2+1) 4,5

Pregled najpoznatijih visokih zgrada. Nosive konstrukcije visokih zgrada. Svjetski dometi armiranobetonskih visokih zgrada. Karakteristike gradiva kod visokih AB zgrada. Osnove seizmičkog proračuna AB visoke zgrade. Seizmička otpornost AB visokih zgrada. Usporedba seizmičkih sila kod niske i visoke zgrade. Dimenzioniranje na udar letjelice. Armirano-betonske jezgre i stupovi. Tipovi međukatnih konstrukcija. Granična stanja uporabljivosti. Problemi temeljenja. Primjena betona visokih i vrlo visokih čvrstoća. / *Obvezna literatura*: Pičulin, S.; Mekjavić, I. *Visoke zgrade* CD s predavanjima. Zagreb, 2004-2005. / *Preporučena literatura*: Hiroyuki Aoyama. Design of Modern Highrise Reinforced Concrete Structurec. London : Imperial College Press, 2001.

2318 Potresno inženjerstvo (2+0) 3,0

Potres. Modalna analiza konstrukcije: analiza odgovora u vremenu i analiza spektralnog odgovora. Propisi. Duktilnost. Problem kritičnog smjera djelovanja potresa i određivanje ekstremnih unutarnjih sila u konstrukciji. Nove metode zaštite građevina od potresa. Aktivna i pasivna zaštita građevine. Najčešće primjenjivani protupotresni uređaji. / *Obvezna literatura*: Separati s predavanja; Čaušević, M. Potresno inženjerstvo. Zagreb : Školska knjiga, 2001.; Chopra, A. K. Dynamics of structures, Theory and applications to earthquake engineering. New Jersey : Prentice Hall, Engle Wood Cliffs, 1995.; Chopra, A. K. Dynamics of structures a primer. Earthquake engineering research institute, 1985.

4.2.4. Smjer MATERIJALI

4.2.4.1. OBVEZNI PREDMETI

2501 Teorija i tehnologija betona (4+3) 6,0

Uvod. Struktura očvrslog betona. Modeliranje svojstava betona. Stanja naprezanja u betonu. Čvrstoće. Dimenzionalna stabilnost. Trajnost. Utjecaji – specijalna trajnosna opterećenja. Otpornost na specijalna trajnosna opterećenja – trajnosna svojstva betona. Trajnosna svojstva betona – svojstva penetrabilnosti (apsorpcija, difuzija, propusnost). Svježi beton. Svojstva svježeg betona. Komponente sastava betona. Cement. Agregat. Voda. Dodaci. Cement. Proizvodnja. Hidratacija. Mehanizam hidratacije. Vežanje. Očvršćavanje. Specijalni hidraulički cementi. Osiguranje kvalitete cementa. Agregat. Vrste agregata. Značaj teksture, mineralogije i granulometrije. Kontrola kvalitete. Voda. Uloga vode u sastavu betona. Utjecaj sadržaja vode na svojstva betona. Dodaci. Vrste dodataka. Značaj dodataka na svojstva betona. Mehanizam djelovanja dodataka. Projekt sastava betona. Transport i ugradnja betona. Njegovanje betona. Napredak u tehnologiji betona. Napredak u mehanici betona. Budućnost betona. Sadržaj vježbi: Projektiranje sastava betona određene namjene: Ispitivanja komponenta betona; Izrada i ispitivanja svježeg i očvrslog betona; Projekt betona. / *Obvezna literatura*: Ukrainczyk, V. Beton – struktura, svojstva, tehnologija, Alcor, Zagreb, 1994.; Mehta, P. K., Paulo J. M. Monteiro Concrete, Microstructure, Properties and Materials, 2001, <http://www.ce.berkeley.edu/~paulmont/book.pdf>; Neville A. M. Properties of Concrete, Prentice Hall, 1995.; Bjegović D. i dr. Auditorne vježbe, Praktikum, Aktivna nastava, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1994.; Đureković, A. Cement, cementni kompozit i dodaci za beton, Školska knjiga, Zagreb, 1996. / *Preporučena literatura*: Ashby, M. F., Jones, D. R. Engineering Materials 1, Butterworth Heinemann 1996.; Illston, J. M.; Domone P. L. J. (ed.) Construction materials – their nature and behaviour, E & FN SPON Chapman & Hall, 1994.; Maekawa, K.; Chaube, R. P.; Kishi, T. Modelling of Concrete Performance, Hydration, Microstructure and Mass Transport, Spon Press, 2000.; Dewar, J. Computer Modelling of Concrete Mixtures, Spon Press, 2000.

2502 Građevinska fizika (2+2) 6,0

Uvod: Transportni procesi; Električna provodljivost; Toplinska provodljivost. Toplina: Osnovni pojmovi nauke o toplini; Prenošenje topline – kondukcija,

konvekcija, radijacija; Toplinska vodljivost građevinskih materijala; Toplinska izolacija građevinskih elemenata; Toplinska krivulja; Akumulacija topline. Vлага: Vlažni zrak; Kondenzacija vodene pare na unutarnjoj površini vanjskih elemenata građevine; Toplinski mostovi; Difuzija vodene pare kroz građevinske elemente; Sunčevo zračenje; Toplinska stabilnost vanjskih građevinskih elemenata. Akustika: Fizikalne i psihofizikalne karakteristike zvuka; Zvučni valovi u zatvorenom prostoru; Prenos zračnog zvuka iz prostorije u prostoriju; Prenos zvuka udara iz prostorije u prostoriju; Buka; Zvučne izolacije i metode proračuna zvučnih izolacija. Urbana građevinska fizika; Emisije plinova; Zaštita zraka; Zaštita od buke. Energija: Tehnologije obnovljivih energija; Konzultantske usluge. Sadržaj auditornih vježbi: Primjeri rješavanja zadataka. Upoznavanje s normama iz područja građevinske fizike. Faze projektnog elaborata. Sadržaj konstrukcijskih vježbi: Individualna izrada svih faza projektnog elaborata. Sadržaj laboratorijskih vježbi: Posjet laboratoriju za građevinsku fiziku. Provedba pokusa. Interpretacija rezultata. / *Obvezna literatura*: Šimetin, V. Građevinska fizika, Građevinski institut, Fakultet građevinskih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1983.; Galović, A. Nauka o toplini II, FSB, 1997.; *Preporučena literatura*: Brandt, J.: Bauphysik nach Maß, Beton-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1995.; Cammerer, W. F.: Wärme-und Kälteschutz, Springer-Verlag, Berlin, 1995.; Hagentoft, C. E.: Introduction to Building Physics, University of Technology, Sweden, 2001.

2814 Polimeri (2+1) 4,5

Općenito o polimerima: historijat; polimerni materijali u graditeljstvu; struktura; postupci dobivanja: polimerizacija, polikondenzacija, poladicija, kombinirani postupci; podjela polimernih materijala, prema fizikalnim svojstvima, uvjetima preradbe, primjeni. Značajnije vrste polimernih materijala u graditeljstvu. Preradba: vulkanizacija; ekstrudiranje; kalandriranje; lijevanje; prešanje; sraščivanje; puhanje; laminiranje; namotavanje; štrcanje. Svojstva. Mehanička svojstva: statičko i dinamičko opterećenje; kratkotrajno i dugotrajno opterećenje; umornost; ovisnost o temperaturi; zaostala naprezanja i krti lomovi; trajne deformacije; granična stanja pri jednosmjernom i višesmjernom stanju naprezanja; vremenska ovisnost; teorija linearne i nelinearne viskoelastičnosti; reološki modeli; postupci ispitivanja. Nemehanička svojstva: gustoća, termička svojstva, difuzija, električna svojstva, kemijska otpornost, toksičnost, optička svojstva, postojanost prema biološkim utjecajima. Postupci ispitivanja. Starenje. Ponašanje pri požaru. Spajanje. Ojačani polimerni materijali: vrste; svojstva; proizvodnja. Pjenasti polimerni materijali: vrste; svojstva; proizvodnja. Primjena polimernih materijala u graditeljstvu: zidni i krovni elementi; cijevi i fazonski elementi; kupole, ljuške i membrane; geosintetici; sendvič elementi; polimerni mortovi i betoni; zaštita

površina; hidroizolacija; zaštita okoliša; oslonci; brtvila; protuvibracijska i protupotresna izolacija; projektiranje, proizvodnja i ugradnja. Polimerni materijali u sanaciji i održavanju konstrukcija. / *Obvezna literatura*: Šimunić, Ž.: Polimeri u građevinarstvu, skripta, Zagreb, 2005./ Feldman, Dorel: Polymeric Building Materials, Elsevier Applied Science, London and New York 1989./ Schießl, P. Kunststoffe, TUM, München, 2002. / *Preporučena literatura*: Ramberger, G.: Structural Bearings and Expansion Joints for Bridges, IABSE-AIPC- IVBH, Zürich, 2002./ Williams, J. G.: Stress Analysis of Polymers, John Wiley&Sons London, 1980.

2801 Mehanika materijala (2+1) 4,5

Utjecaj strukture gradiva na mehanička svojstva materijala. Probabilistički karakter mehaničkih svojstava i strukturna osjetljivost. Selektivna i aditivna teorija. Modeliranje i efekt mjerila. Opterećenje, vrijeme, temperatura. Metodika ispitivanja. Uređaji za ispitivanje. Uređaji za mjerenje deformacija. Interpretacija rezultata ispitivanja. Mehanička svojstva materijala pri statičkom opterećenju. Konvencionalni radni dijagram materijala pri rastezanju i pritisku. Karakteristike deformabilnosti materijala. Duktilni materijali. Krhki materijali. Stvarni dijagram materijala. Anizotropija mehaničkih svojstava. Idealizacija radnog dijagrama materijala. Elastoplastični materijal s očvršćenjem, idealno elastoplastični materijal, kruto plastični materijal, krutoplastični materijal s očvršćenjem. Utjecaj vanjskih čimbenika na mehanička svojstva materijala pri statičkom opterećenju. Zaostala naprezanja. Osnovni oblici razaranja materijala pri rastezanju i pritisku. Dugotrajno statičko opterećenje. Statička trajna čvrstoća materijala. Puzanje materijala. Relaksacija naprezanja. Čvrstoća materijala pri dinamičkom opterećenju. Vrste dinamičkog opterećenja. Udarne čvrstoće ili žilavost materijala. Vanjski čimbenici koji utječu na udarnu čvrstoću materijala. Postupci ispitivanja. Čvrstoća materijala pri ciklički promjenjivom opterećenju. Umornost materijala. Određivanje dinamičke čvrstoće materijala. Utjecaj čimbenika na trajnu dinamičku čvrstoću materijala. Koeficijent sigurnosti dopuštenog naprezanja. Mehanika loma i čvrstoća materijala. Osnovni oblici razvoja pukotine. Faktor intenziteta naprezanja. Kriteriji loma. Žilavost loma. Osjetljivost materijala na zarez i pukotine. Reološka svojstva materijala. Reološka jednadžba stanja materijala. Princip superpozicije vremena i temperature. Reološki modeli. – Tvrdoća materijala. Postupci ispitivanja tvrdoće: paranje, utiskivanje i odskok. Korelacija tvrdoće materijala i čvrstoće materijala. / *Obvezna literatura*: Šimić, V.: Otpornost materijala II, Školska knjiga, Zagreb, 2002. / *Preporučena literatura*: Bazjanac, D.: Nauka o čvrstoći, Tehnička knjiga, Zagreb, 1967.; Lemotive, J., Chaboche, J-L.: Mechanics of Solid Materials, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.;

Timošenko, S.: Otpornost materijala II, Građevinska knjiga, Beograd, 1965.;
Timošenko, S.: Mechanics of Materials, Van Nostrand Reinhold Company, New
York, 1972.

2803 Teorija elastičnosti i plastičnosti (3+2) 7,5

Uvod i definicija čvrstog deformabilnog kontinuuma (Povijesni razvoj i podjela mehanike kontinuuma). Osnove vektorskog i tenzorskog računa (Euclidov E^3 prostor, Transformacije koordinata, Operacije s tenzorima). Model deformiranja materijalnog kontinuuma. (Lagrangeov i Eulerov pristup deformiranju tijela). Tenzor naprezanja i njegova svojstva. (Stanje naprezanja u okolišu točke, Jednadžbe ravnoteže, Statička dopustivost, Transformacije komponenata, Svojstvene vrijednosti). Tenzor deformacija i njegova svojstva. (Gradijenti pomaka i deformacija, Konačne deformacije, Infinitezimalne deformacije, Kinematička dopustivost, Jednadžbe kompatibilnosti). Jednadžbe stanja i konstitucije. (Zakoni stanja, Tenzor materijalne krutosti i fleksibilnosti, Potencijal linearno-elastičnog tijela). Rubne zadaće u teoriji elastičnosti i pristup njihovu rješavanju. (Formulacija rubnih zadaća, Iskazivanje rješenja i njegova svojstva). Potencijalna energija čvrstog deformabilnog tijela i energetski principi i teoremi. Primjena numeričkih postupaka u rješavanju rubnih zadaća teorije elastičnosti. Ravninske zadaće teorije elastičnosti. (Ravninsko naprezanje i deformacija, Airyeva funkcija naprezanja u pravokutnim i polarnim koordinatama, Svojstva rješenja ravninskih zadaća i neki potencijali rubnih zadaća). Prostorne zadaće teorije elastičnosti. (Torzija, Poluprostor, Tanke ploče). Uvod u teoriju plastičnosti i osnovni kriteriji plastičnosti. (Modeli plastičnosti, Pravila plastičnog tečenja, Konstante plastičnosti). Zakoni konstitucije u teoriji tečenja materijala. (Misses-Levyeve i Prandtl-Reusove jednadžbe, Inkrementalni postupci u teoriji tečenja). Neki potencijali plastičnosti. / *Obvezna literatura*: Z. Kostrenčić.: Teorija elastičnosti, Školska knjiga, Zagreb, 1982.; J. Brnić: Elastomehanika i plastomehanika, Školska knjiga, Zagreb, 1996. / *Preporučena literatura*: S. Timošenko: Teorija elastičnosti, Građevinska knjiga, Beograd, 1962.; Y. A. Amenzade: Theory of Elasticity, MIR Publishers Moscow, 1979.; G. E. Mase: Theory and Problems of Continuum Mechanics, McGraw-Hill Company, 1970.

2503 Trajnost konstrukcijskih materijala (2+2) 6,0

Uvod: općenito o trajnosti; korozija; razaranja; specijalna trajnosna opterećenja. Metali: mehanizmi korozije metala; tipovi korozije metala; metode i mjerni instrumenti za utvrđivanje stanja metala; Metode zaštite metala. Beton: mehanizmi razaranja betona; vrste razaranja betona; metode i mjerni instrumenti

za utvrđivanje stanja betona; metode zaštite betona. Drvo: mehanizmi razaranja drva; vrste razaranja drva; metode i mjerni instrumenti za utvrđivanje stanja drva; metode zaštite drva. Kamen, staklo, polimeri: mehanizmi razaranja kamena, stakla, polimera; vrste razaranja kamena, stakla, polimera; metode i mjerni instrumenti za utvrđivanje stanja kamena, stakla, polimera; metode zaštite kamena, stakla, polimera. Žiđe: mehanizmi razaranja žiđa; vrste razaranja; Metode i mjerni instrumenti za utvrđivanje stanja žiđa. Novi visokootporni materijali: beton visokih uporabnih svojstava; čelik visokih uporabnih svojstava; kompozitni polimerni materijali visokih uporabnih svojstava. Strategija projekta trajnosti: pristup projektiranju za zadani životni vijek; razni modeli projektiranja trajnosti; probabilistički pristup projektiranju životnog vijeka; cijena ukupnog životnog vijeka. Strategija održavanja: parametri utjecaja; pregledi; prevencija; modeli održavanja. Sanacije: analiza stanja; dijagnoza; mjere popravaka; mjere ojačanja; metode odluka. Tehničko zakonodavstvo u sustavu osiguranja kvalitete: norme za procjenu stanja građevinskih materijala; norme za procjenu efikasnosti raznih vrsta zaštite. Sadržaj vježbi: Povijest korozije: korozija metala; primjeri zaštite metala. Posjeti vanjskim laboratorijima za koroziju i zaštitu. Naknadno utvrđivanje kvalitete betona. Metodologija procjene stanja betona: mjerenja u svrhu ocjene oštećenja betona. Korozija armature. Laboratorijski rad. Terenski rad. Primjeri zaštite armiranog betona. Modeliranje trajnosti armiranog betona. Projekt zaštite. Projekt sanacije. / *Obvezna literatura*: Bijen, J. *Durability of Engineering Structures*, CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2003.; Mays, G. *Durability of Concrete Structures*, E & FN Spon, London, 1992.; Bentur, A.; Diamond, S.; Berke, N. S. *Steel Corrosion in Concrete*, E & FN Spon, London, 1997.; 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>. / *Preporučena literatura*: Schütze, M.; Cahn, R. W.; Haasen, P.; Kramer, E. J.: *Corrosion and Environmental Degradation*, 2 Volume Set, John Wiley & Sons, Ltd., 2000.; Roberge, P. R.: *Handbook of Corrosion Engineering*, McGraw – Hill, New York, 2000.

2504 Posebni betoni i tehnologije (3+2) 7,5

Posebni betoni: vrste, proizvodnja, primjena, svojstva, sastav, kontrola kvalitete. Vrste posebnih betona: laki betoni, teški betoni, mikroarmirani betoni, samozbijajući betoni, hidrotehnički betoni, masivni betoni, uvaljani betoni, betoni kontrolirano male čvrstoće, polimerom modificirani betoni i mortovi, mlazni betoni, injekcijske mase, betoni u tunelima, betoni visokih čvrstoća, betoni visokih uporabnih svojstava, sanacijski betoni i mortovi. Posebne tehnologije. Uvod: vrste

specijalnih tehnologija proizvodnje betona, ubrzano dozrijevanje, betoniranje u ekstremnim klimatskim uvjetima, betoniranje pod vodom, prepakt postupak betoniranja, industrijski podovi, tehnologije injektiranja, tehnologija izvođenja mlaznog betona. Sadržaj vježbi: Proračun zagrijavanja betona od topline hidratacije. Proračun i ispitivanje pojave pukotine kod spriječene deformacije u betonu. Zaštita betona u ekstremnim uvjetima. Projektiranje i izrada sastava specijalnih betona. Izrada i ispitivanje specijalnih betona: Laki beton, Mikroarmirani beton, Samozbijajući beton, Polimerom modificirani mortovi, Injekcijske mase. Individualna izrada svih faza projekta betona. / *Obvezna literatura*: Neville A. M.: Properties of Concrete, Prentice Hall, 1995.; Ukrainczyk, V.: Beton – struktura, svojstva, tehnologija, Alcor, Zagreb, 1994.; ACI Manual of concrete Practice, 2004.; Spiratos, N.; Page, M.; Mailvaganam, N.; Malhotra, V. M.; Jolicoeur, C.: Superplasticizers for Concrete – Fundamentals, Technology and Practice, Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development Inc., Ottawa, Canada, 2003.; Aitcin, P. C.: High-Performance Concrete, E&FN SPON, London, 1998. / *Preporučena literatura*: Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, IGH Zagreb, 2001.; Ohama, Y.: Handbook of polymer-modified concrete and mortars, properties and process technology, Noyes Publications, 1995.; Spiratos, N.; Page, M.; Mailvaganam, N.; Malhotra, V. M.; Jolicoeur, C.: Superplasticizers for Concrete – Fundamentals, Technology and Practice, Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development Inc., Ottawa, Canada, 2003.; Composite Materials in Concrete Construction, Proceedings of the International Seminar held at the University of Dundee, Scotland, UK, 5-6 September 2002, ed. Dhir, R. K.; Paine, K. A. and Newlands, M. D.; Concrete Floors and Slabs, Proceedings of the International Seminar held at the University of Dundee, Scotland, UK, 5-6 September 2002, ed. Dhir, R. K.; Paine, K. A. and Newlands, M. D.

2305 Betonske i zidane konstrukcije II

Složene ploče. Ravne ploče. Trokutaste ploče. Ploče oslonjene na dva susjedna ruba. Ploče s otvorima. Proračun: teorijske postavke; odredbe propisa; konstruktivne pojedinosti. Torzija armiranobetonskih presjeka. Granična stanja uporabljivosti. Puzanje i skupljanje betona. Progibi greda. Proračun pukotina po PBAB i po EC2. Minimalna armatura ploča i greda za ograničenje pukotina. Vitki stupovi. Elementi opterećeni uzdužnom silom i momentom savijanja. Proračun po teoriji drugog reda. Interakcijski dijagrami. Lokalna tlačna naprezanja. Kratke konzole. Čvorovi i zglobovi okvira. Nosivi sustavi od armiranobetonskih zidova. Puni zidovi i zidovi s otvorima. Mješoviti nosivi sustavi okvira i zidova. Zidni (visokostijeni) nosači. Okvirni nosivi sustavi. Temeljne i potporne armiranobetonske konstrukcije. Konstruktivne

pojediniosti zida. Vrste zidova, debljine i veze. Proračunski primjeri. Zidanje. Materijali i njihovo skladištenje. Priprema morta i betona za ispunu. Zidanje zida i betoniranje ispune. Zaštita novoizvedenog zida. Kategorije kontrole zidanja. Zidane građevine u seizmičkim područjima. Materijali i zidni vez. Proračunski modeli. Primjeri. Jednostavna pravila proračuna zidanih zgrada. Pravila za seizmička područja. Proračunski primjeri. Ojačanje zida. Građevine oštećene potresom. Istražni radovi. Ojačanje zidanih građevina. / *Obvezna literatura*: Tomičić, I. Betonske konstrukcije. Zagreb : Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, 1996.; Tomičić, I. Priručnik za proračun armiranobetonskih konstrukcija. Zagreb: Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, 1996.; Sorić, Z. Zidane konstrukcije (drugo, prošireno izdanje). Zagreb: vl. nakl., 2004. / *Preporučena literatura*: Hrvatske norme HRN ENV 1992, norme za betonske konstrukcije (Eurokod 2); Hrvatske norme HRN ENV 1996, norme za zidane konstrukcije (Eurokod 6); Hrvatske norme HRN ENV 1991, norme za opterećenja konstrukcija (Eurokod 1); Hrvatske norme HRN ENV 1998, norme za seizmička područja.

2507 Predgotovljeni sustavi (2+2) 6,0

Osnovni principi proizvodnje i gradnje s predgotovljenim elementima: povijest predgotovljene gradnje. Prednosti i nedostaci prefabrikata: efikasnost i ekonomičnost predgotovljene gradnje. Materijali za predgotovljenu gradnju. Vrste betona. Polimerni materijali. Konstrukcijski sistemi: skeletni sistemi; panelni sistemi; prostorni sistemi; mješoviti sistemi. Predgotovljeni elementni: stupovi; zidovi; predgotovljeni nosači. Fasadni paneli: termička i akustička svojstva predgotovljenih elemenata. Predgotovljene stropne konstrukcije: šuplje ploče; rebraste ploče; kompozitne stropne konstrukcije; masivne ploče. Nearmirani predgotovljeni elementi: betonske cijevi; betonska galanterija; elementi za niskogradnju i hidrogradnju; elementi za visokogradnju. Predgotovljeni elementi od gline. Tvornice predgotovljenih elemenata: organizacija tvornice; vrste tvornica; oprema; automatizacija u tvornici prefabrikata. Skladištenje, transport i montaža predgotovljenih elemenata: osnovna pravila; privremena stabilnost. Oprema za skladištenje, transport i montažu. Spojevi kod predgotovljenih objekata: spojevi u zgradarstvu; spojevi na mostovima; spojevi u tunelogradnji. Spojevi na opločnicima. Brtvila: vrste brtvila; materijali za brtvila; trajnost brtvila. Robotika, ekonomija i koordinacija između projektanta i proizvođača: podjela robota; efikasnost robota. Ekonomski aspekti industrijske proizvodnje; koordinacija među sudionicima predgotovljene gradnje. Ekološki aspekti predgotovljene gradnje: konstrukcijska primjenjivost. Sadržaj vježbi: Podjela spojeva. Postupci projektiranja i izvođenja spojeva kod predgotovljenih sustava. Spojevi kod

skeletnih sustava visokogradnje. Spojevi kod panelnih sustava visokogradnje. Spojevi stropnih konstrukcija. Spojevi kod kompozitnih konstrukcija. Pregled posebnih spojeva kod predgotovljenih elemenata. Primjeri gradnje s predgotovljenim sustavima. Posjet tvornicama predgotovljenih elemenata. Seminarski radovi. / *Obvezna literatura*: FIB Commission 6: *Planning and Design Handbook on Precast Building Structures*, 2004.; *PCI Design Handbook Precast and Prestressed Concrete*, Fifth Edition, 1999.; Elliot, K. S.: *Precast Concrete Structures*, Butterworth Heinmann, 2002.; FIB Bulletin no. 21: *Environmental issues in prefabrication*, State-of-art report, 2003. / *Preporučena literatura*: Elliot, K. S.: *Multi-storey precast concrete framed structures*, Blackwell Science, 1996.; FIB bulletin no. 19: *Precast concrete in mixed construction*, State-of-art report, 2002.

2508 Nerazorna ispitivanja (2+2) 6,0

Planiranje nerazornih ispitivanja: cilj ispitivanja; odabir metoda za ispitivanje; oprema za nerazorna ispitivanja. Vizualni pregledi: planiranje; metode vizualnih pregleda; kriteriji ocjenjivanja. Principi određivanja čvrstoće materijala u konstrukciji: sklerometar; penetracijske metode; pull-off. Određivanje čvrstoće kod mladog betona. Postupci za određivanje deformabilnosti materijala u konstrukciji: postupci mjerenja; prednosti i nedostaci metoda; kriteriji ocjenjivanja. Principi za određivanje svojstava propusnosti: plinopropusnost; vodopropusnost; određivanje apsorpcije. Ispitivanje difuzije. Ultrazvučne metode ispitivanja: vrste ispitivanja; prednosti i nedostaci; primjena. Elektro-magnetske metode ispitivanja: tragač armature; analiza dobivenih rezultata; primjena. Elektrokemijska ispitivanja u svrhu ocjene korozije armature. Akustična emisija: povijesni razvoj; oprema za mjerenje; interpretacija rezultata; primjenjivost. Ispitivanje radarom, termografija i radiografija: postupci ispitivanja; prednosti i nedostaci; primjena. Polurazorne metode ispitivanja: uzimanje uzoraka; postupci ispitivanja; ocjena rezultata. Propisi i norme za provedbu nerazornih ispitivanja. Statistička obrada i interpretacija rezultata ispitivanja: kriteriji odlučivanja. Korelacija rezultata nerazornih ispitivanja. Uporaba nerazornih ispitivanja u istraživačkom radu. Sadržaj vježbi: Program provedbe nerazornih ispitivanja. Nerazorno određivanje čvrstoće. Nerazorna ispitivanja deformabilnosti. Mjerenje stanja armature u AB konstrukciji. Trajnosna ispitivanja betona. Kemijske metode ispitivanja. Nerazorno ispitivanje materijala za zidane konstrukcije, metala, drva, polimera. Kombinacija nerazornih i polurazornih ispitivanja. Primjeri obrade i interpretacije rezultata ispitivanja. Primjeri provedbe nerazornih ispitivanja na postojećim objektima: objekti visokogradnje; mostovi; tuneli, ostali objekti. / *Obvezna literatura*: Malhotra, V. M.; Carino, N. J.: *Handbook on Nondestructive testing of Concrete*, Second Edition, CRC Press, 2004.; *Proceedings from International Symposium Non-Destructive Testing in Civil*

Engineering, Berlin, 2003.; Bungey, J. H.; Millard, S. G.: Testing of concrete in structures, Blackie Academy & Professional, 1996. / *Preporučena literatura*: FIB bulletin no. 22, Monitoring and Safety Evaluation of Existing Concrete Structures, State-of-art report, 2003., Innovations in Non-Destructive Testing of Concrete, ACI International SP-168, ed. Pessiki S. And Olson L., 1997.

2509 Zaštita od požara (2+2) 6,0

Uvod: Zaštita od požara kao bitni zahtjev na građevinu. Definicija požara: brzina širenja požara. Teorije procesa gorenja i gašenja. Razvoj dima: brzina širenja dima. Toksičnost dimnih plinova: smanjenje vidljivosti; ponašanje ljudi u požaru. Djelovanje požara na svojstva materijala (beton, metale, drvo, opeku, mortove, plastiku, staklo). Požar kao djelovanje na konstrukciju: proračun požarne otpornosti konstrukcija. Opći pristup projektiranju zaštite od požara. Pasivna protupožarna zaštita/ Aktivna protupožarna zaštita. Sadržaj vježbi: Tehničko zakonodavstvo u sustavu zaštite od požara. Obilazak laboratorija za ispitivanje požarne otpornosti građevinskih materijala i elemenata. Izrada elaborata protupožarne otpornosti konstrukcije. Presentacije seminarskih radova i projekata. Posjet gradilištu. / *Obvezna literatura*: Buchanan, A. H: Structural Design for Fire Safety, John Wiley&Sons Ltd., 2001.; NFPA: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 1995.; Carević, M., Jukić, P., Kaštelanac, Z., Sertić, Z.: Tehnički priručnik za zaštitu od požara, Zagreb, Grafo-Amadeus, 1997. / *Preporučena literatura*: prEN 1991-1-2: Eurocode 1: Basis of Design and Actions on Structures. Part 1.2: Actions on Structures Exposed to Fire; ENV 1992-1-2: Eurocode 2: Design of Concrete Structures. Part 1.2: General Rules: Structural Fire Design; ENV 1993-1-2: Eurocode 3: Design of Steel Structures. Part 1.2: General Rules: Structural Fire Design; ENV 1994-1-2: Eurocode 4: Design of Composite Steel and Concrete Structures. Part 1.2: General Rules: Structural Fire Design; ACI 216 R-89: Guide for Determining the Fire Endurance of Concrete Elements, 1994.; ACI 216.1-97/TMS 0216.1-97: Standard Method for Determining Fire Resistance of Concrete and masonry Construction Assemblies, 1997.; Council on tall Buildings and urban Habitat: Fire Safety in tall Buildings, 1992.; Fitzgerald, R. W. : Building Fire Performance Analysis, John Wiley&Sons Ltd., 2004.; Drysdale, D.: An Introduction to Fire Dynamics, Second Edition, John Wiley&Sons Ltd., 1998.

2514 Numeričko modeliranje u inženjerstvu materijala (2+2) 6,0

Kontinuum: jednačbe kontinuiteta i sačuvanja; konstitutivne jednačbe transporta mase i energije. Metoda konačnih razlika. Metoda konačnih elemenata. Numerički algoritmi. Postupci generiranja mreža. Postupci rješavanja linearnih i

nelinearnih problema. Inverzne metode. Metoda celularnih automata. Celularni. Automati i diferencijalne jednačbe. Kreiranje virtualne mikrostrukture cementa i betona. Određivanje mehaničkih i transportnih svojstava pomoću virtualne mikrostrukture. Ekspertni sustavi. Neuronske ljuske. Fuzzy (mutni) skupovi. Sadržaj vježbi: Numeričko modeliranje materijala pomoću računala. Rješavanje problema postojećim kompjuterskim programima – Mathematica, COSMOS, NeuroShell, CIKS, VCCTL. / *Obvezna literatura*: Rappaz, M.; Bellet, M.; Deville, M.: Numerical Modeling in Materials Science and Engineering, Springer, 2002. / *Preporučena literatura*: <http://ciks.cbt.nist.gov/monograf/>; <http://www.stephenwolfram.com/publication/articles/>; NeuroShell2, Manual, Second Edition- November 1993.; Margolus, N.; Toffoli, T.: Cellular Automata Machines. A new environment for modeling, MIT Press, 1987.; Raabe D.: Computational Materials: The Simulation of Materials Microstructures and Properties, John Wiley & Sons Inc 1998.

4.2.4.2. IZBORNI PREDMETI

2510 Tehnologija sanacija i ojačanja (2+2) 6,0

Procesi razaranja gradiva: uzroci oštećenja; svojstva bitna za trajnost gradiva. Dijagnosticiranje stanja oštećenih objekata: planiranje dijagnosticiranja; vizualni pregled; terenska ispitivanja; uzorkovanje gradiva i laboratorijska ispitivanja; interpretacija rezultata ispitivanja. Nerazorna ispitivanja oštećenih građevina: određivanje čvrstoće gradiva; postupci ispitivanja deformabilnosti; terensko određivanje propusnosti; korozijska ispitivanja; analiza rezultata ispitivanja. Projekt sanacije ili ojačanja. Odabir materijala za izvođenje sanacije: kriteriji odabira materijala za sanaciju; ispitivanje svojstava; kompatibilnost materijala za sanaciju i gradiva u konstrukciji. Metode za izvođenje sanacija: osnovni principi izvođenja sanacijskih radova; priprema gradiva za izvođenje sanacije; sanacija pukotina; površinski popravci; zaštitni premazi; elektrokemijske metode; nehrđajući čelik; inhibitori korozije. Metode za ojačanje konstrukcija: materijali za izvođenje ojačanja. Sanacije povijesnih objekata. Posebne tehnologije sanacije. Kontrola kvalitete: kontrola materijala i sustava za zaštitu konstrukcija; kontrola izvođenja sanacijskih radova i radova ojačanja; propisi i norme za sanaciju i održavanje građevina. Osnovna načela monitoringa i održavanja saniranih objekata. Sadržaj vježbi: Metode za procjenu stanja objekta. Projektiranje sanacije ili ojačanja građevine. Ispitivanje materijala za izvođenje sanacije. Principi odabira metode za sanaciju objekta. Izrada projekta sanacije. Ispitivanje stanja objekta nakon provedene sanacije. Primjeri izvođenja sanacije na različitim objektima. / *Obvezna*

literatura: Allen, R. T. L.; Edwards, S. C. *Repair of Concrete Structures*, Blackie & Son Limited, 1987.; Emmons, P. H. *Concrete Repair and Maintenance Illustrated*, Construction Publishers & Consultants, 1993.; *Concrete Repair Manual*, ICRI & ACI International, 1999. / *Preporučena literatura:* Proceeding from International Conference Structural Faults and Repair 2003, London, 2003.; Mills, E.: *Building maintenance & preservation*, Architectural Press, Oxford, 1996.; Management, maintenance and strengthening of concrete structures, Technical report FIP Commission 10, 2002.

2511 Upravljanje kvalitetom (2+2) 6,0

Temeljna načela kontrole kvalitete (QC), Osiguravanja kvalitete (QA) i potpunog upravljanja kvalitetom (TQM): koraci, načela, procesi. Informacijski sustavi. Ustrojstvo laboratorija i tvrtki: prema Europskim normama i Međunarodnim normama o kvaliteti niza HRN (EN ISO 17250) i (HRN ISO 9000-2000). Razine kontrole u procesu: planiranja – projektiranja, proizvodnje – gradnje, korištenja – održavanja, rekonstrukcije i ponovnog korištenja – održavanja. Analiza parametara koji osiguravaju kvalitetu. Sadržaj vježbi: Izrada plana kontrole za građevinske materijale. Planovi uzorkovanja materijala za ispitivanje kontrole kvalitete. Izrada priručnika kontrole kvalitete laboratorija. Definiranje procesa u jednoj radnoj organizaciji. Ocjena sukladnosti građevinskih materijala. Primjena statističkih metoda za ocjenu kvalitete materijala. / *Obvezna literatura:* Skoko, H.: *Upravljanje kvalitetom*, Sinergija, Zagreb, 2000.; Kelly, J. M.: *Upravljanje ukupnom kvalitetom (Total Quality Management)*, Protecon, Zagreb, 1997.; Juran, J. M.; Gryn, F. M.: *Planiranje i analiza kvalitete*, Treće izdanje, Mate d.o.o., Zagreb, 1999.; Gitlow, H.; Gitlow, S.; Oppenheim, A.; Oppenheim, R.: *Tools and Methods for the Improvement of Quality*, Richard D. Irwin, Inc., 1989. / *Preporučena literatura:* Pauše, Ž.: *Uvod u matematičku statistiku*, Školska knjiga, Zagreb, 1993.; Mikulić, D.: *Teorijski model osiguranja kvalitete betona*, Disertacija, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1993.

2615 Organizacija rada i proizvodnje (2+0) 3,0

Organizacija rada: znanstveni pristup organizaciji rada. Organizacija proizvodnje: ciljevi i znanstvene discipline. Razvojne etape organizacije proizvodnje: klasični pristup organizaciji; funkcionalni, hijerarhijski i mješoviti model organizacije; trajne vrijednosti klasičnog pristupa. Neoklasični pristup organizaciji: neformalni strukturni model organizacije. Sustavni pristup organizaciji: strukturni i procesni pristup; dijagnostički model organizacije; organizacijski procesi, razine, obilježja i mjerila za ocjenu organizacije; primjena dijagnostičkog modela u graditeljstvu.

Menedžerski pristupi organizaciji: Mintzbergerov, McKinseyev i operacijski pristup. Graditeljska proizvodnja: obilježja i ograničenja graditeljske proizvodnje; struktura i stupanj povezanosti građevinskih djelatnosti. Upravljanje graditeljskom proizvodnjom: ciljevi, struktura i informatizacija u graditeljskoj proizvodnji. Graditelj u građevinskoj proizvodnji: psihološki, fiziološki, sociološki i ekološki utjecaji na proizvodnost. Studij rada u građevinskoj proizvodnji: graditeljski tehnološki sustav i procesi. Temeljni čimbenici i struktura. Normiranje graditeljske proizvodnje: primjena metoda normiranja rada i gradiva u graditeljstvu. Racionalizacija graditeljske proizvodnje: vrste, metodologija, modeli i algoritam za racionalizaciju graditeljske proizvodnje. / *Obvezna literatura*: Marušić, J.: Organizacija građenja, FS, Zagreb, 1994. / Žugaj, M., Horvatec, Z.: Organizacija proizvodnje, Informator, Zagreb, 1985. / *Preporučena literatura*: Amstead, B.,H., Ostwald, P.,F., Bergman, M.,L.: Manufacturing Processes, John Wiley & Sons, New York, 1987.

2616 Tehnologija proizvodnje materijala (2+0) 3,0

Tehnika i tehnologija proizvodnje kamene sitneži, svježeg betona, betonskih elemenata i sklopova, asfaltbetona i prerađevina od gline. Kamenolomi. Šljunčare. Iskop, transport i prerada kamenih materijala. Minerski radovi. Strojevi i oprema za iskop i transport kamenih materijala. Drobilice. Sita. Drobilane. Asfaltna gradiva: organizacija asfaltnih radova; asfaltbetoni; ljevani asfalti; asfaltna postrojenja; postrojenja za recikliranje asfaltnog loma. Transportirani betoni: proizvodnja i transport svježeg betona; mješalice; tvornice betona; vanjski transport svježeg betona; automješalice; auto-betonske crpke. Armirački pogoni: strojevi i tehnološka oprema za proizvodnju savijenog betonskog željeza i armaturnih sklopova. 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. 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. / *Obvezna literatura*: www.grad.hr → djelatnici → dr. sc. Zdravko Linarić → Dokumenti raspoloživi za download: „Postrojenja za proizvodnju gradiva, I. dio, Drobilane, Tvornice betona (betonare), Asfaltna baze (asfaltna postrojenja)“ / *Preporučena literatura*: Bučar, G.: *Tesarski, armirački i betonski radovi na gradilištu*, Građevinski fakultet J. J. Strossmayera u Osijeku, 1997.; Turina, N.: *Tehnologija s poznavanjem robe*, Narodne novine, Zagreb, 1988.

2303 Metalne konstrukcije II (2+2) 6,0

Odluke čeličnih konstrukcija. Arhitektura i čelik. Ekonomski parametri građenja čelikom. Postupak projektiranja – viša razina. Uvod u inženjerstvo pouzdanosti. Umor – dimenzioniranje. Višedijelni tlačni elementi. Stabilnost hrptova uslijed poprečnog naprezanja. Konstrukcije od tankostijenih profila. Projektiranje pločastih elemenata i limenih nosača. Sustavi prostornih konstrukcija. Nosivi sustavi višekatnih zgrada. Konstrukcije izvedene užetom. Detalji u čeličnim konstrukcijama. / *Obvezna literatura*: Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Metalne konstrukcije 3. Zagreb : IA Projektiranje 1998.; Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Metalne konstrukcije 4. Zagreb : IA Projektiranje 2003.; Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Modeliranje konstrukcija prema EC3. Zagreb : IA Projektiranje 2004. / *Preporučena literatura*: McKenzie, W. C. Design of Structural Steelwork. Macmillan 1998.

2505 Projektiranje eksperimenata (2+2) 6,0

Modeliranje fizikalnih pojava, numeričko rješavanje i programiranje fizikalnih modela. Planiranje i oblikovanje eksperimenata: izbor instrumenata; statističko oblikovanje; konstrukcija uređaja. Električno mjerenje neelektričnih veličina: automatizacija mjerenja pomoću računala. Znanstvena literatura: važniji časopisi iz područja građevinskih gradiva. Sadržaj vježbi: Definiranje eksperimenata. Izbor instrumenata. Analiza rezultata. Samostalna izrada zadataka s opisom karakterističnih primjera i demonstracijama. / *Obvezna literatura*: Hicks, C. R.: Fundamental Concepts in the Design of Experiments, Holt, Reinhart and Winston, Inc., 1973.; Ashby, M. F., Jones, D. R. H.: Engineering Materials 1, Butterworth-Heinemann, Oxford – Boston – Johannesburg – Melbourne – NewDelhi – Singapore, 1996.

2506 Betoni visokih uporabnih svojstava (2+2) 6,0

Povijesni razvoj: osnovni principi dobivanja BVUS-a. Pravila za odabir sastavnih komponenti: cement; dodaci cementu; agregat; aditivi; kompatibilnost komponenti. Metode projektiranja sastava: osnovne zavisnosti pri projektiranju sastava; kvantitativno projektiranje sastava; kvalitativno projektiranje sastava. Tehnologija: proizvodnja; vanjski i unutarnji transport; ugradnja; njegovanje. Struktura BVUS-a: povezanost strukture i svojstava; sučeljak agregata i cementnog kamena. Ponašanje u svježem stanju: ispitivanje svojstava svježeg betona; minimaliziranje utjecaja autogenog skupljanja. Metode ispitivanja svojstava: čvrstoće; modul elastičnosti; radni dijagrami; deformacijske karakteristike. Trajnosna svojstva. Mehaničke karakteristike: ponašanje pri tlaku i savijanju; modul elastičnosti; skupljanje; puzanje; zamor. Trajnost BVUS-a: uzroci oštećenja;

svojstva relevantna za trajnost. Propisi i norme za ispitivanje. Posebne vrste BVUS-a: mikroarmirani betoni visokih svojstava; lagani betoni; samozbijajući betoni; teški betoni. Konstruktivna primjena: primjenjivost u konstrukcijama; primjeri korištenje u različitim objektima. Sadržaj vježbi: Određivanje svojstava sastavnih komponenti BVUS-a. Izbor materijala za BVUS u ovisnosti o zahtjevanim svojstvima. Redoslijed pri projektiranju betonske mješavine. Posebitosti tehnologije BVUS-a. Kontrola kvalitete. Ispitivanje svojstava u svježem i očvrslom stanju. Nerazorna ispitivanja BVUS-a. Dugotrajno ponašanje BVUS-a. Projektiranje sastava posebnih vrsta BVUS-a. Ispitivanje svojstava posebnih vrsta BVUS-a. / *Obvezna literatura*: Nawy, E.: Fundamentals of high – performance concrete, Second edition, John Wiley&Sons, Inc., New York, 2001.; Aitcin, P. C.: High-Performance Concrete, E&FN SPON, London, 1998.; Proceedings from International Symposium on Utilization of High Strength /High Performance Concrete, University of Leipzig, 2002. / *Preporučena literatura*: Naaman, A. E.; Reinhardt, H. W.: High Performance Fiber Reinforced Cement Composites 2 (HPFRCC 2), E & FN Spon, 1996.; ACI SP-189: High Performance Concrete: Research to Practice, 1989.

2310 Primijenjena metalurgija (2+2) 6,0

Karakteristike legura karbonskog čelika. Proizvodnja i proces oblikovanja. Uvod u inženjerska svojstva čelika. Svojstva žilavosti. Svojstva umora materijala. Općenito o vrstama i kvalitetama čelika. Načini ispitivanja u svrhu dokaza kvalitete. Kvalitetne grupe čelika prema Eurocode 3. Zavarljivost konstrukcijskih čelika. Procjena trajnosti konstrukcije na temelju mehanike loma. Probe zavarljivosti (laboratorijske vježbe). Mehaničke karakteristike svojstava varova ispitivanjem tvrdoće. Odabir kvalitetne grupe čelika. Procjena trajnosti na temelju mehanike loma. / *Obvezna literatura*: Skripta predavača. / *Preporučena literatura*: McGannon, H. E. The Making, Shaping and Treating of Steel, 1985.; Brockenbrough, R. L. Metallurgy Chapter 1.1, Constructional Steel Design, an International Guide, 1992.; Leslie, W. L. The Physical Metallurgy of Steels. Washington, New York, London : Hemisphere Publishing Corporation, 1981.; Dahl, W.: Steel-Handbook of Materials Research and Engineering Vol. 1. Duesseldorf : Springer-Verlag, 1990.

4.2.5. Smjer ORGANIZACIJA GRAĐENJA

4.2.5.1. OBVEZNI PREDMETI

2602 Organizacija građenja 2 (2+2) 6,0

Izrada varijantnih rješenja kod organizacije građenja: mjere racionalizacije rada, postupak izrade varijantnih rješenja, usklađivanje radnih procesa, analiza i ocjena varijantnih rješenja, primjeri. Teorija troškovno i vremenski značajnih stavki: princip teorije značajnosti, izbor troškovno značajnih stavki u troškovniku, primjena teorije troškovne značajnosti kod izrade varijanti. Metode izravne kalkulacije građevinskih troškova i cijene: međunarodni standardi kalkulacije u građevinarstvu (primjeri metoda iz USA, GB, D), proračun neposrednih i posrednih troškova građenja, ponudbena kalkulacija, ugovorna kalkulacija i upravljanje troškovima, primjena računala pri kalkulaciji cijene. Povezivanje novca i vremena građenja: Točnosti troškovnih procjena u vremenu, tok novca u projektu, modeli troškovi-vrijeme, radni kapital izvoditelja, utjecaj promjena u projektu na troškove, obračun razlike u cijeni. Upravljanje vrijednostima pri građenju (VM): integrirano upravljanje troškovima u životnom vijeku projekta, koncept VM, koristi od VM, VM metodologija, kontrola provedbe programa VM, problemi primjene VM. Razvijanje strukture rada i organizacije građenja (WBS i OBS): zadaci i struktura WBS, metode podjele WBS, razine i označavanje WBS, Izrada WBS u građevinskim projektima, struktura OBS u građevinskim projektima, povezivanje struktura rada i organizacije. Organizacija opskrbe i logistike u procesu građenja (OL): fragmentiranost procesa građenja, definicija OL, problem složenosti OL u građ. projektu, zadatak OL, ciklus OL u građ. projektu, osnovni dokumenti OL, organizacija OL u građ. projektu, međunarodna praksa OL. Organizacijske strukture u građevinskom projektu: osnovne organizacijske strukture, modeli organizacija odnosa ključnih sudionika, utjecaj ugovornih modela na organizaciju projekta, povezivanje privatnog i javnog sektora. Koncept izgradljivosti: problemi veza projektiranje-građenje-korištenje, definicija izgradljivosti, ciljevi, primjena, koristi, međunarodna praksa). Organizacija građenja u multikulturnim uvjetima i globalnom tržištu: problemi kulturnih razlika, razvoj projektne mikrokulture, komunikacija, regulativa, (FIDIC), vođenje projekta. Novi trendovi u organizaciji građenja. / *Obvezna literatura*: Radujković, M. – Organizacija građenja, 2004. (trenutno nerecenzirana skripta, do početka novog programa biti će knjiga) / *Preporučena literatura*: Lončarić R. – Organizacija izvedbe graditeljskih projekata, HDGI, Zagreb, 1995.; McGeorge & Palmer. – Construction Management New Directions, Blackwell Science, Oxford, 2002.

2603 Upravljanje održavanjem građevina (2+1) 4,5

Uvod i opći pojmovi. Stanje regulative u području održavanja građevina. Redovito održavanje, rekonstrukcije, popravci i hitne intervencije. Struktura troškova održavanja. Održavanje građevina u kontekstu cjelokupnog procesa građenja. Upravljanje održavanjem građevina. Projekt održavanja. Planiranje i organizacija izvedbe radova na održavanju. Održavanje starih i zakonom zaštićenih građevina. Strategije održavanja. Modeli za određivanje prioriteta u održavanju građevina. Informacijski sustav za potporu odlučivanja u određivanju prioriteta u održavanju. / *Obvezna literatura*: Lee, R., Building Maintenance Management, Blackwell Science Ltd, Oxford, 1987. / *Preporučena literatura*: B., Swallow, P., Building Maintenance Management, Blackwell Science Ltd, Oxford, 1996.; Mills, E. Building maintenance & preservation, Architectural Press, Oxford, 1996.

2604 Metode optimalizacije u građevinarstvu (2+2) 6,0

Uvod u linearno programiranje: modeli LP s dvije varijable, grafičko rješenje, grafička analiza osjetljivosti. Simpleks metoda: prijelaz s grafičkog na algebarsko rješenje, simpleks metoda, artifičijelno polazno rješenje, posebni slučajevi u primjeni simpleks metode. Dualnost i analiza osjetljivosti: definicija dualnog problema, odnos primala i duala, interpretacija dualnosti, dualna simpleks metoda, generalizirani simpleks algoritam, postoptimalna analiza i analiza osjetljivosti. Modeli transporta. Modeli mreža. Ciljno programiranje. Cjelobrojno linearno programiranje. Determinističko dinamičko programiranje. Deterministički modeli zaliha. Teorija odlučivanja i igara: odlučivanje u izvjestnosti, odlučivanje s rizikom, odlučivanje u neizvjesnosti. Probabilističko dinamičko programiranje. Probabilistički modeli zaliha. Sustavi čekanja. Simulacijsko modeliranje: tipovi simulacije, Monte Carlo simulacija, generatori slučajnih brojeva, simulacijski jezici. Nelinearno programiranje. / *Obvezna literatura*: N. Limić: Linearno i nelinearno programiranje, Informator, Zagreb, 1978., V. Čerić: Simulacijsko modeliranje, Školska knjiga, Zagreb, 1993.; V. Žiljak: Simulacija računalom, Školska knjiga, Zagreb, 1982. / *Preporučena literatura*: H. A. Taha: Operations research, Prentice Hall, 2003.

2605 Proučavanje rada (2+1) 4,5

Organizacija rada: Opće postavke i definicije. Proizvodnja. Razvoj proizvodnje. Proučavanje rada: Škole proučavanja rada. Analiza graditeljske proizvodnje. Proizvodna obilježja i ograničenja graditeljske proizvodnje. Struktura i povezanost graditeljskih djelatnosti. Graditeljski proizvodni sustav. Graditeljski proizvodni

proces. Sastavnice i struktura procesa. Graditelj u radnom procesu. Utjecajni čimbenici na učinkovitost rada. Normiranje graditeljske proizvodnje: Priprema i oblikovanje rada. Uređenje radnog prostora. Metode mjerenja utroška gradiva. Statističke metode mjerenja rada. Primjena suvremenih radnih sredstava i postupaka: Modeliranje graditeljske proizvodnje. Racionalizacija graditeljske proizvodnje. Auditivne vježbe: Metoda grafičkog fotopregleda. Metoda kronometraže. Metoda trenutnih opažanja. Metoda dnevnih izvješća. Konstruktivne vježbe: Individualna izrada seminarskog rada na osnovi snimljenih podataka. / *Obvezna literatura*: Taboršak, D.: Studij rada, Orgdata-Zagreb, Zagreb, 1994. / Marušić, J.: Organizacija građenja, FS, Zagreb, 1994. / *Preporučena literatura*: Žugaj, M., Horvatec, Z.: Organizacija proizvodnje, Informator, Zagreb, 1985. / Barnes, R. M.: Motion and Time Study Design and Measurement of Work, John Wiley & Sons, New York, 1980. / Amstead, B.,H., Ostwald, P.,F., Bergman, M.,L.: Manufacturing Processes, John Wiley & Sons, New York, 1987. / Askin, R. G., Standridge, C.,R. : Modeling and Analysis of Manufacturing Systems, John Wiley & Sons, Inc., 1993. / Weihrich, H., Koontz, H. : Menedžment, MATE, Zagreb, 1994.

2606 Tehnologija građenja 1 (3+2) 7,5

Tehnika i tehnologija zemljanih radova u tlu i stijeni. Priprema zemljanih radova. Tehnika, tehnologija i logistika zbrinjavanja građevnog otpada. Tehnološka oprema za rušenje građevinskih konstrukcija. Tehnološka oprema za recikliranje građevnog otpada. Tehnika i tehnologija recikliranja asfaltnog loma. Iskop tla i stijene. Minerski radovi. Proizvodnja kamene sitneži za nasipavanja (za nasute konstrukcije). Drobilane i separacije. Logistika i ugradba sipkih gradiva. Zaštita zemljanih radova i građevina. Izbor i planiranje tehnike i tehnologije zemljanih radova u tlu i stijeni. Troškovi zemljanih radova. Podzemni iskopi. Nova austrijska metoda građenja tunela (NATM). Strojni iskop tunela (tunelske bušaće mašine -TBM). Iskop tunela u tlu. Tehnika i tehnologija izvedba ukopanih cjevovoda („mikrotuneliranje“). / *Obvezna literatura*: www.grad.hr → djelatnici → dr. sci. Zdravko Linarić → Dokumenti raspoloživi za download „Postrojenja za proizvodnju gradiva, I. dio, Drobilane, Asfaltna baze (asfaltna postrojenja)“; „Troškovi strojnog rada u građenju“; „Izbor strojeva i planiranje strojnog rada u građenju“; Zdravko Linarić: „Prerada građevinskog otpada urbanih sredina“, Građevinar, Zagreb, 46 (1994) 6 / *Preporučena literatura*: Branko Božić: „Miniranje u rudarstvu, graditeljstvu i geotehnici“, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet u Varaždinu, 1998, Dinko Mikulić: „Građevinski strojevi: konstrukcija, proračun i uporaba“, Zagreb, 1998.

2607 Menadžment u građevinarstvu (2+1) 4,5

Temeljni principi menadžmenta: što je menadžment, tko su menadžeri, razvoj menadžmenta, funkcije menadžmenta. Poslovno odlučivanje; definiranje odlučivanja, problemi i greške u odlučivanju, stilovi i načini odlučivanja, metode donošenja odluka, metode predviđanja. Menadžment projekata; definicije, voditelj projekta, ciljevi projekta, vrste projekata. Privredni sustav i njegovo okruženje; Osnove organizacije menadžmenta; ciljevi organizacije, organizacijska struktura, tehnološki, ekonomski i socijalni aspekti organizacije, utjecaj okruženja na organizacijsku strukturu, aspecifičnosti poslovnih sustava u graditeljstvu. Planiranje poslovnog procesa; priroda, svrha i ciljevi procesa planiranja. Upravljanje u poslovnim procesima; stilovi i načini upravljanja, vođenje, motiviranje, komuniciranje u poslovnom odlučivanju, poslovno ponašanje. Kontrola poslovnih procesa; financijska kontrola graditeljskih projekata. / *Obvezna literatura*: Menadžment za inženjere, Mariza Katavić, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb 2006 (u pripremi) i/ ili materijal složen od drugih kolegija / *Preporučena literatura*: Management for the Construction Industry, Stephen Lavender, Longman and The Chartered Institute of Building, Esex, England 1996.

2608 Upravljanje građevinskim projektima (4+2) 9,0

Temeljna znanja iz upravljanja projektima: razvoj upravljanja projektima, temeljna znanja po standardima PMI, IPMA. Osnove upravljanja građevinskim projektima: strategije, ciljevi, sadržaj, faze, životni vijek, sudionici, ograničenja, varijable uspjeha, održivost projekta. Upravljanje u pripremnim fazama: identifikacija projekta, definiranje projekta, priprema izvršenja projekta. Upravljanje u izvedbenim fazama: pokretanje izvršenja, izvršenje, završetak izvršenja. Voditelj građevinskog projekta: potrebne kvalifikacije, posebne osobine voditelja, posao voditelja, odgovornosti voditelja, program vođenja projekta. 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 vođenja. Upravljanje rizicima kod građ. projekata: definicije rizika, bitna svojstva rizika, djelovanje rizika u građevinskim projektima, identifikacija izvora rizika, analiza rizika, odgovor rizicima. Upravljanje promjenama: izvori promjena, odlučivanje o promjenama, administriranje promjena. Upravljanje ljudskim resursima: značaj i funkcije, tehnike upravljanja, planiranje ljudskih resursa. Upravljanje kvalitetom/troškovima/vremenom u građ. projektima: elementi kvalitete, normizacija kvalitete, kvaliteta u projektu i poslovnom sustavu, kvaliteta kao strateški cilj, potpuno upravljanje kvalitetom, metode i tehnike upravljanja kvalitetom. Upravljanje informacijama i komunikacijom u građ. projektima:

informacija, komunikacija, informacijske tehnologije, planiranje informacijskog sustava, odlučivanje. Dokumentiranje upravljanja građ. 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. Novi trendovi i budućnost upravljanja projektima. / *Obvezna literatura*: Radujković, M., Pienaru, A., i skupina koautora – PM Toolkit, Hrvatska udruga za upravljanje projektima, Zagreb, 2004.; Skendrović V. – Upravljanje projektima, GF Osijek, Osijek, 2002. / *Preporučena literatura*: Skoko, H. – Upravljanje kvalitetom, Sinergija Zagreb, 2000.; Burke R. – Project Management, J. Wiley, Chicester, 2003.

2609 Građevinski poslovni sustavi (2+2) 6,0

Osnove opće teorije sustava: sustav, sustavni pristup, struktura sustava. Tipologija poslovnih sustava u graditeljstvu. Osnove organizacije i teorije organizacije. Organizacijska struktura, prikazivanje elemenata organizacijske strukture. Elementi organizacijske strukture građevinskog poslovnog sustava: ljudski resursi, oprema, materijal, informacije. Poslovne funkcije građevinskog poslovnog sustava: istraživanje i razvoj, upravljanje ljudskim potencijalima, nabava, prodaja, marketing, proizvodna funkcija, financije i računovodstvo, planiranje, upravljanje informacijama, upravljanje znanjem, usavršavanje organizacije, osiguranje kvalitete, informatika. Čimbenici oblikovanja organizacije. Oblikovanje organizacijske strukture građevinskog poslovnog sustava. Organizacijske promjene. Reinženjering. Pravni oblici poduzeća. Oblici suradnje i integracije među poslovnim sustavima u graditeljstvu. / *Obvezna literatura*: S. Kapustić: Metodika organizacijskog projektiranja, Zagreb, Samobor, 1989.; P. Sikavica, M. Novak: Poslovna organizacija, Informator, Zagreb, 1999. / *Preporučena literatura*: J. R. Turner: The handbook of project-based management, Mc Graw Hill.; M. Goold, A. Campbell: Designing effective organization, Jossey Bass.

2610 Metode planiranja (2+2) 6,0

Uvod. Elementi planiranja, Različiti pristupi i koncepcije planiranja, Mjesto i uloga planiranja u procesu građenja, Cilj planiranja građenja, Zadaci planiranja građenja, Razlike u planiranju projekata i proizvodnje, Faze planiranja građevinskog projekta, Podjela planova, Zahtjevi u odnosu na plan. Postupak izrade početnog plana. Izbor aktivnosti, Određivanje veza između aktivnosti, Određivanje trajanja aktivnosti, Izračun i raspodjela troškova i prihoda po aktivnostima. Tehnika linijskog planiranja. (Metode: Gantogram, Ciklogram, Ortogonalni plan, Histogram, S krivulja, Linije putokaza, Linije balansa) Tehnika

mrežnog planiranja. (Metoda PERT, Metoda CPM, Metoda PDM, Primjena i prednosti pojedinih metoda) Planiranje resursa. (Resursi kod građenja, Značaj planiranja resursa u građevinskom projektu, Određivanje broja i strukture resursa po aktivnostima, Zbrajanje resursa na razini plana – početni profil korištenja resursa, Analiza i optimalizacija profila korištenja resursa u planu). Postupak vremenskog skraćenja trajanja plana. (Potrebe za vremenskim skraćenjima, Skraćenje trajanja aktivnosti, Mjere skraćenja trajanja plana, Tehnika rada kod skraćenja trajanja plana, Skraćenje kritičnih i podkritičnih puteva u planu) Planiranje troškova. (Odnos troškova i vremena kod aktivnosti, Odnos troškova i trajanja u projektu, Tok novca u projektu) Kontrola izvršenja plana. (Proces praćenja i kontrole izvršenja plana, Organizacija prikupljanja podataka, Ažuriranje plana, Obrada podataka i izrada izvještaja o stanju radova, Raspodjela izvještaja, komunikacija u projektu, Zadatak kontrole planova, Kontrolni sustav, Kontrolne mjere.) Primjena računala u planiranju. (Prednosti primjene računala, Uloga čovjeka i računala, Procjena potrebe primjene računala, Faktori za ocjenu računalnih programa, Prikaz odabranih softwera za planiranje). Planiranje projekata na razini građevinskog poduzeća. (Povezivanje informacija iz različitih projektnih planova, Planiranje projekata u informacijskom sustavu poduzeća, Informacijski sustav upravljanja projektima u poduzeću) / *Obvezna literatura*: Radujković, M. – Metode planiranja (nerecenzirana skripta 2004., izdanje u pripremi) / *Preporučena literatura*: Osmanagić-Bedenik, N. – Operativno planiranje, Školska knjiga, Zagreb, 2002., O'Brien and Plotnick – CPM in Construction Management, McGraw-Hill, Boston, 2003.

2611 Stručna praksa (0+4) 6,0

Studentima se kroz auditorne vježbe daje prikaz i opis radnji koje su dužni tijekom prakse obaviti na gradilištu. Studenti se upućuju na gradilište gdje tijekom sedam dana prisustvuju odvijanju građevinskih radova. Svoja zapažanja primjedbe i komentare prema zadanim elementima prilažu u seminarski rad koji se predaje nakon obavljene prakse. / *Literatura*: Upute za obavljanje prakse.

2617 Poslovno upravljanje u građevinarstvu (3+0) 4,5

Poslovno okruženje; pojam privređivanja, proces društvene reprodukcije, pokazatelji privrednog razvitka, faktori ekonomskog razvitka, tehničko ekonomska struktura privrede. Osnovne postavke procesa reprodukcije; proces reprodukcije, oblici ulaganja u reprodukciju, osnovna sredstva, kapacitet, amortizacija, obrtna sredstva, troškovi i kalkulacije, ekonomičnost, produktivnost, rentabilnost. Tržište i tržišno poslovanje; pojam i razvoj tržišta, tržišno poslovanje – marketing,

marketing menadžment. Poslovna politika poduzeća; formiranje poslovne politike poduzeća, faktori utjecaja na poslovanje građevinskih poduzeća, sudionici razmjene na graditeljskom tržištu, ponuda, potražnja, potrebe, zakon ponude i potražnje, specifičnosti građevinarstva; proizvodna strategija poduzeća, planiranje i razvoj proizvoda, politika cijena, politika distribucije, promotivna politika. Poslovna strategija građevinskih poduzeća; definicija strategije, mission statement, ciljevi poduzeća, marketing mix – 4P/7P; graditeljsko tržište, segmentacija tržišta, tržišno pozicioniranje (BCG-matrica, obilježja proizvoda), tržišno diferenciranje (usluga, osoblja, imagea, mapa pozicioniranja proizvoda, S.W.O.T. analiza; marketing strategija građevinskih poduzeća, formuliranje strategije kompanije, elementi strategije, tri nivoa poslovne strategije (Mc Kinsey- evih 7S), strategije tržišnih lidera, strategije tržišnih, sljedbenika, strategija za nova tržišta, strategija za rastuća tržišta. Međunarodni marketing. / *Obvezna literatura*: Menadžment za inženjere, Mariza Katavić, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb 2006 (u pripremi) / *Preporučena literatura*: Management for the Construction Industry, Stephen Lavender, Longman and The Chartered Institute of Building, Esex, England 1996.

2618 Sociologija organizacije (2+1) 4,5

Uvodno predavanje i definiranje temeljnih pojmova. Teorije o organizacijama. Formalna organizacija. Neformalna organizacija. Utjecaj okoline na organizaciju. Utjecaj kulturnih normi na organizaciju. Kultura organizacije. Moć i utjecaj u organizaciji. Upravljanje organizacijom (leadership). Odlučivanje (decision making). Komunikacije u organizacijama. Organizacioni ciklusi i uzroci promjena u organizacijama. Utjecaj tehnologije na organizaciju Budućnost organizacija. Znanstvena organizacija rada. Selekcija radnika. Sociometrija. Dizajniranje organizacije. Kultura organizacije u Hrvatskoj i u svijetu. Stilovi rukovođenja. / *Obvezna literatura*: Haladin, Stjepan. 1993. *Tehnologija i organizacija: uvod u sociologiju rada i organizacije*. Zagreb: Društvo za organizaciju građenja Republike Hrvatske. / *Preporučena literatura*: Vecchio, Robert P. 2003. *Organizational behavior: core concepts*. Mason, Ohio: Thomson/South-Western.

4.2.5.2. IZBORNI PREDMETI

2612 Upravljanje ljudskim potencijalima (2+2) 6,0

Uvod u menadžment ljudskih potencijala. Razvoj menadžmenta ljudskih potencijala. Značenje, sadržaj i funkcije ljudskih potencijala. Organizacijsko

ponašanje. Važnost menadžmenta ljudskih potencijala za uspjeh poduzeća. Tehnike i strategije upravljanja ljudskim potencijalima u građevinskim poduzećima. Odnos strategije građevinskog poduzeća i strategije ljudskih potencijala. Planiranje ljudskih potencijala. Upravljanje potpunom kvalitetom (TQM). Komunikacija i pregovaranje. Građenje tima. Motivacija. Etika. Informacijski sustavi kao potpora menadžmentu ljudskih potencijala. / *Obvezna literatura*: Bahtijarević-Šiber, F. Management ljudskih potencijala. Zagreb: Golden marketing, 1999. / *Preporučena literatura*: Dainty, A., Loosemore, M., Lingard, H., Human resource management in Construction Projects. London. Spon Press, 2003.

2613 Tehnologija građenja 2 (2+2) 6,0

Tehnika i tehnologija betonskih radova. Logistika transportiranih betona. Priprema betonskih radova. Proizvodnja, transport i ugradnja svježeg betona. Izbor i planiranje tehnike i tehnologije betonskih radova. Troškovi betonskih radova. Skele i oplate. Logistika suvremenih oplatnih sustava. Proračuni skela i oplata. Izbor i planiranja oplatnih sustava i skela. Troškovi plaćivanja. Tehnika i tehnologija proizvodnje betonske galanterije, blokova i manjih elemenata (proizvodni pogoni, sustavi, plohe i linije). Oprema za polaganje betonske galanterije. Tehnika, tehnologija i logistika montažnog građenja. Tehnika i tehnologija proizvodnje montažnih elemenata i sklopova. Sredstva, oprema i uređaji za montažu elemenata i sklopova. Autodizalice. Tehnologija montaže zgrada, hala i mostova. Izbor i planiranje primjene montažnih sustava. Troškovi montažnih radova. / *Obvezna literatura*: Vjeran Mlinarić, Rudolf Lončarić: „Vrednovanje oplatnih sustava“, Građevinar, Zagreb, 51(1999)2, instalirane verzije programa (softwari) za korištenje u nastavi pri izradi programa, seminarskih i diplomskih radova: DOKA, The planing system for Doka formwork; PERI, „PERI ELPOS“ die schnelle Schalungspfsnung / *Preporučena literatura*: Gorazd Bučar: „Tesarski, armirački i betonski radovi na gradilištu“, Građevinski fakultet J. J. Strossmayera u Osijeku, 1997.; www.grad.hr → djelatnici → dr. sci. Zdravko Linarić → Dokumenti raspoloživi za download: „Postrojenja za proizvodnju gradiva, I. dio, Tvornice betona (betonare)“, „Troškovi strojnog rada u građenju“; „Izbor strojeva i planiranje strojnog rada u građenju“; Rudolf Lončarić: „Organizacija izvedbe graditeljskih projekata“, HDGI, 1995.; Eduard Slunjski: „Strojevi u građevinarstvu“, HDGI, Zagreb, 1998.; priručnici „PERI (Schalung und Gerueste)“ i NOE kao knjige (katalozi) i CD.

2614 Investicijska politika (2+2) 6,0

Uvodna razmatranja; politika investiranja, ciklus društvenog napretka, politika raspodjele nacionalnog dohotka, subjekt investiranja, objekt investiranja, vrste investicija. Razvoj poduzeća: razvojna politika poduzeća, faze u razvoju poduzeća, razvoj i investicije, proces investiranja u poduzeću, investicijska odluka. Investicijski program – struktura investicijskog programa, sadržaj investicijskog programa, utjecajni faktori investicijskog programa, analiza faktora investicijskog programa. Ocjena investitora; postupak ocjene investitora, rezultati ocjene investitora. Analiza tržišta; analiza tržišta prodaje, analiza tržišta nabave, analiza proizvoda, analiza proizvodnog programa, analiza kapaciteta. Analiza tehnološkog procesa; tehnološko – tehnička analiza, tehnički aspekti investicije. Analiza lokacije; analiza lokacije u odnosu na sirovinsku bazu, analiza lokacije u odnosu na komunikacije, analiza lokacije u odnosu na tržište radne snage, analiza sirovinske i energetske osnove, analiza sredstava rada (analiza opreme). Analiza zaštite čovjekove okoline; utvrđeno stanje, posljedice, potrebne mjere u cilju zaštite čovjekove okoline – utjecaj na investicijski program. Ekonomsko financijska analiza; ulaganje u osnovna sredstva, ulaganja u obrtna sredstva, struktura ulaganja u osnovna i obrtna sredstva, izvori financiranja i kreditni uvjeti, proračun amortizacije, proračun troškova i kalkulacija cijena, projekcija računa dobiti i gubitka, financijski tok, ekonomski tok, projekcija bilance. Ocjena investicijskog programa; učinkovitost investicijskog programa, statička ocjena programa, dinamička ocjena programa, praktični primjeri i primjena različitih metoda ocjene programa, analiza i interpretacija dobivenih pokazatelja ocjene investicijskog programa. Analiza osjetljivosti investicijskog programa („*cost –benefit*“ analize); analiza kritičnih parametara investicijskog programa, proces primjene analize osjetljivosti programa, praktični primjeri analize osjetljivosti („*cost –benefit*“ analize), ekonomska valorizacija građevinskih investicija (*life cycle cost* analize), primjena različitih programa za analize osjetljivosti (npr. COMFAR, WLC I dr.), interpretacija rezultata analize osjetljivosti. Zaključna ocjena investicijskog programa; struktura i sadržaj zaključne ocjene, interpretacija rezultata ključnih analiza investicijskog programa. / *Obvezna literatura*: HBOR, I-V. / *Preporučena literatura*: J. C. Francis, (1986) *Investment Analysis and Management*, McGraw Hill International, 4th edition, Singapore

2619 Građevinski strojevi I (2+2) 6,0

Izbor i planiranje rada građevinskih strojeva. Logistika građevinskih radova. Radni sustavi građevinskih strojeva i postrojenja. Učinak građevinskih strojeva i transportnih sredstava pri građenju. Čimbenici učinkovitosti građevinskih strojeva. Troškovi strojnog rada u građenju. Amortizacija strojeva. Troškovi održavanja.

Troškovi korištenja strojeva. Pouzdanost i efektivnost. Pouzdanost pojedinih strojeva. Pouzdanost sustava građevinskih strojeva. Održavanje građevinskih strojeva. Građevinski strojevi u uvjetima korištenja. Analize korištenja građevinskih strojeva. Gubici u radnom vremenu. Zamjena građevinskih strojeva. Izbor i nabava građevinskih strojeva. Leasing. / *Obvezna literatura*: www.grad.hr → djelatnici → dr. sci. Zdravko Linarić → Dokumenti raspoloživi za download – „Učinak građevinskih strojeva“, „Troškovi strojnog rada u građenju“, „Izbor strojeva i planiranje strojnog rada u građenju“ / *Preporučena literatura*: Marko Žaja: „Ekonomika proizvodnje“, Školska knjiga, Zagreb, 1991.

2620 Gospodarenje građevinama (2+2) 6,0

Uvodna razmatranja. Pojam gospodarenja građevinama, životni ciklus građevine i mjesto etape „uporabe“ građevine. Definiranje elemenata uporabe građevina: elementi vezani na fizičke elemente građevine, te ostali elementi uporabe. Organizacija upravljanja uporabom građevina: tipovi organizacije, utjecajni faktori za izbor organizacije. Troškovi uporabe građevina: struktura troškova uporabe građevina, metode izračuna troškova uporabe, ocjena troškova „vlasništva“ nad građevinama, proračun troškova i kalkulacija cijena raznih elemenata uporabe građevina, ekonomski tok uporabe građevina, optimizacija troškova i prihoda gospodarenja raznim građevinama, osvrt na ISO standarde koji definiraju troškove uporabe građevina. Moderne metode i tehnike gospodarenja građevinama: Analiza pouzdanosti, analiza raspoloživosti, analiza integrirane logističke podrške. Definiranje resursa potrebnih za gospodarenje uporabom građevina: optimalno definiranje resursa potrebnih za uporabu, tijekom definiranog vijeka uporabe građevina, ovisno o namjeni građevine. Tipovi ugovora pogodni za gospodarenje uporabom građevina: tipovi ugovora, prednosti i nedostaci mogućih tipova ugovora za gospodarenje građevinama, raspodjela rizika kod mogućih tipova ugovora. Projektna dokumentacija i priručnik za gospodarenje građevinama: struktura i sadržaj potrebne projektne dokumentacije i priručnika, analiza projektne dokumentacije sa stajališta „uporabne raspoloživosti“ građevina, ažuriranje podataka u etapi uporabe. Izrada plana za gospodarenje građevinama: sadržaj plana za gospodarenje građevinama, definiranje podataka potrebnih za gospodarenje građevinama. Uloga upravitelja građevinama. Praćenje uporabe građevina: definiranje tzv. „ključnih indikatora uporabe“ građevina, definiranje elemenata za „evaluaciju uporabe građevina“, podaci koje je potrebno kontinuirano prikupljati za svrhovitu „evaluaciju uporabe građevina“, postupci za kvalitetnu evaluaciju uporabe građevina. Implementacija sustava za gospodarenje građevinama: analiza kritičnih parametara kod implementacije sustava, hodogram aktivnosti za kvalitetnu implementaciju sustava, praktični primjeri implementacije

sustava, analiza primjene različitih sustava i programa za gospodarenje građevinama. / *Obvezna literatura*: CIRIA, Facilities management manuals – a best practice guide, London, 2002. / *Preporučena literatura*: Spedding, A. CIOB Handbook of Facilities Management, Longman Scientific & Technical, 1994.; Williams, B., Facilities Economics, Building Economics Bureau, 2002.

2621 Praćenje i kontrola gradnje (2+0) 3,0

Normativne osnove stručnog nadzora nad izvođenjem radova, zakoni, pravilnici. Ugovorne osnove stručnog nadzora. Stručni nadzor i ostali sudionici u projektu. Struktura nadzornog tima i odnosi unutar njega. Uloga i dužnosti stručnog nadzora u fazama projekta: imenovanja, uvođenje izvoditelja u posao, provjera tehničke dokumentacije, elaborat o iskolčenju, kontrola količina, metode izmjere i obračuna, kontrola kvalitete, kontrola dinamike izvođenja radova, financijska kontrola, vrednovanje izvanstroškovničkih radova, obračunske situacije, okončana situacija i obračun, tehnički pregled, primopredaja građevine. Službena komunikacija i dokumentacija. Normativne osnove tehničkog savjetovanja. Izbor konzultanta i elementi ugovora o tehničkom savjetovanju. Funkcija konzultanta u fazama projekta: priprema i provođenje natječaja, ugovaranje pojedinih faza izvede projekta, praćenje izvedbe projekta u pogledu vremena, kvalitete i troškova, savjetovanje investitora. Aneksi ugovora i prateća dokumentacija. Odgovornost konzultanta. Strukovne udruge i norme. / *Obvezna literatura*: Skripta u izradi; [http:// www.nn.hr](http://www.nn.hr) / *Preporučena literatura*: D. Vrljić, S. Čičak, M. Mihalčić: Graditeljstvo u praksi, Vizura, Zagreb, 2002.

4.2.6. Smjer PROMETNICE

4.2.6.1. OBVEZNI PREDMETI

2701 Prometna buka (2+1) 4,5

Uvod: osnovni pojmovi. Prometna buka: izvori buke, utjecaj na kvalitetu života i rada. Regulatorna iz područja zaštite od buke: važeći propisi i norme, preporuke europske komisije, karte buke. Mjerenje prometne buke: oprema, provedba mjerenja i obrada rezultata. Metode proračuna: utjecajni parametri, modeli, širenje buke. Mjere zaštite od buke: smanjenje na izvoru, smanjenje rasprostiranja, zaštita na mjestu imisije, ekonomske mjere. Monitoring: kontrolna mjerenja. / *Obvezna literatura*: Lakušić, S.; Dragčević, V.; Rukavina, T. Utjecaj buke od prometa u poslovno-stambenim zonama grada Zagreba. Zagreb : Građevinski fakultet, 2004., Opći tehnički uvjeti za radove na cestama. Zagreb : Hrvatske ceste i Hrvatske autoceste, 2001, Uputstva za korištenje softverskog paketa LIMA™ Environmental Noise Calculation and Mapping Software, Version 4.2, Denmark, 2004., Benz Kotzen; Colin English. Environmental noise Barriers, London, 1999.

2702 Prometna tehnika (2+2) 6,0

Definicije pojmova iz prometne tehnike. Uvod u teoriju prometnoga toka: razvoj motorizacije i teorije prometnog toka. Definiranje i mjerenje osnovnih varijabli prometnoga toka: protok, brzina i gustoća prometnog toka. Odnosi između osnovnih varijabli prometnoga toka: međusobni prostorni i parcijalni odnosi varijabli. Modeli prometnoga toka: makroskopski i mikroskopski modeli i njihovi međusobni odnosi. Propusna moć i razine uslužnosti cesta: razvoj koncepcije, definiranje elemenata i njihov utjecaj. Prometno opterećenje cesta: brojenje prometa, prometni tokovi u mreži, obrada i primjena podataka, značajke prometnog opterećenja cesta . Propusna moć cesta i raskrižja: autoceste, višetračne ceste, dvotračne ceste, različite vrste raskrižja

2703 Projektiranje cesta (2+2) 6,0

Projektantska pravila. Modeliranje rješenja. Prostorne restrikcije. Digitalni modeli reljefa, digitalni modeli rješenja. Operacije s modelima. Kreiranje rješenja u tlocrtu. Kreiranje rješenja u nacrtu. Kreiranje rješenja u poprečnom presjeku. Proračuni zaustavne preglednosti, preglednosti za pretjecanje. Metode proračuna volumena trupa ceste. Slojni planovi križanja i čvorišta. Procedure izrade pojedinih razina projekata. Cost benefit analiza i određivanje prioriteta. / *Obvezna literatura*:

D. Pološki, Ž. Stepan: Ispis predavanja 2003/2004. (str. 68) B. Pribičević, D. Medak: Geodezija u građevinarstvu. Zagreb; V.B.Z., 2003. (poglavlje 13. Geodetski radovi pri projektiranju i trasiranju prometnica, poglavlje 14. Određivanje površina i zemljanih masa). Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110, prosinac 2001). / *Preporučena literatura*: H. Lorenc: Projektovanje i trasiranje puteva i autoputeva, IRO građevinska knjiga, Beograd, 1980.

2704 Projektiranje i građenje željeznica (2+2) 6,0

Opće karakteristike željeznica. Osnove proračuna vuče vlakova: otpori vlaka, vučna sila lokomotive, masa vlaka, sile kočenja. Prometno prijevozni pokazatelji pruga: prometni rajon pruge, opseg teretnog i putničkog prometa. Konstruktivni elementi pruge: elementi tlocrta i uzdužnog presjeka pruge, broj kolosijeka. Projektiranje trase: načini vođenja trase, poznatiji računalni programi za projektiranje. Faze izrade projekta: prethodne studije, idejni projekt, glavni i izvedbeni projekt. Vrednovanje varijantnih rješenja: metode za vrednovanje varijanti, troškovi eksploatacije. Proračun kapaciteta pruge: propusna i prijevozna sposobnost pruge. Rekonstrukcija jednokolosiječnih pruga: temeljne odrednice rekonstrukcije, izbor parametara trase. Projektiranje drugog kolosijeka: načini izgradnje drugog kolosijeka, položaj u odnosu na objekte. Pruge za velike brzine: specifičnosti, elementi tlocrta, elementi uzdužnog presjeka. / *Obvezna literatura*: Marušić, D. Projektiranje i građenje željezničkih pruga. Split : Građevinski fakultet, 1994.

2607 Menadžment u građevinarstvu (2+0) 3,0

Temeljni principi menadžmenta: što je menadžment, tko su menadžeri, razvoj menadžmenta, funkcije menadžmenta. Poslovno odlučivanje; definiranje odlučivanja, problemi i greške u odlučivanju, stilovi i načini odlučivanja, metode donošenja odluka, metode predviđanja. Menadžment projekata; definicije, voditelj projekta, ciljevi projekta, vrste projekata. Privredni sustav i njegovo okruženje; Osnove organizacije menadžmenta; ciljevi organizacije, organizacijska struktura, tehnološki, ekonomski i socijalni aspekti organizacije, utjecaj okruženja na organizacijsku strukturu, aspecifičnosti poslovnih sustava u graditeljstvu. Planiranje poslovnog procesa; priroda, svrha i ciljevi procesa planiranja. Upravljanje u poslovnim procesima; stilovi i načini upravljanja, vođenje, motiviranje, komuniciranje u poslovnom odlučivanju, poslovno ponašanje. Kontrola poslovnih procesa; financijska kontrola graditeljskih projekata. / *Obvezna literatura*: Menadžment za inženjere, Mariza Katavić, Sveučilište u Zagrebu,

Građevinski fakultet, Zagreb 2006 (u pripremi) i/ ili materijal složen od drugih kolegija / *Preporučena literatura*: Management for the Construction Industry, Stephen Lavender, Longman and The Chartered Institute of Building, Esex, England 1996.

2705 Kolničke konstrukcije (2+2) 6,0

Uvod i opći pojmovi. Povijesni pregled izgradnje prometnica s posebnim osvrtom na razvoj kolničkih konstrukcija. Sustavi suvremenih kolničkih konstrukcija (asfaltne kolničke konstrukcije, betonske kolničke konstrukcije). Utjecajni činioci pri projektiranju, izgradnji i održavanju kolničkih konstrukcija. Posteljica (posteljica od prirodnih materijala, posteljica od stabiliziranih materijala). Nosivi slojevi (nosivi sloj od mehanički zbijenih zrnatih kamenih materijala, cementom stabilizirani nosivi sloj, bitumenizirani nosivi sloj). Asfaltni kolnički zastor (bitumenski međusloj za sljepplivanje asfaltnih slojeva, vezni sloj, habajući sloj od asfaltbetona, habajući sloj od splitmastiksasfalta, mikroasfalt, površinske obrade, lijevani asfalt). Projektiranje novih kolničkih konstrukcija (projektiranje asfaltnih i betonskih kolničkih konstrukcija). Projektiranje rekonstrukcije i pojačanja kolničkih konstrukcija. / *Obvezna literatura*: Babić, B. Projektiranje kolničkih konstrukcija. 1997. Babić, B.; Horvat, Z. Građenje i održavanje kolničkih konstrukcija. 1985. Roberts, F., i drugi. Vruće asfaltne mješavine. 1996. (prijevod na hrvatski) / *Preporučena literatura*: Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, 2001. Babić, B.; Prager, A. Građevni godišnjak // Projektiranje kolničkih konstrukcija cesta. Zagreb : HSGI, 1997.

2706 Gornji ustroj željeznica (3+1) 6,0

Opći pojmovi o elementima gornjeg ustroja: tračnice, kolosiječni pribor, pragovi, kolosiječni zastor. Tračnice: oblik, tip, čvrstoća, ispitivanje i kontrola, istrošenje, podmazivanje. Kolosiječni pribor: zadaci i ispitivanja pribora, kruti i elastični pribor. Pragovi: drveni pragovi, armirano-betonski pragovi. Kolosiječni zastor: zadaci, oblik i dimenzije zastorne prizme, povećanje nosivosti zastorne prizme. Uređenje kolosijeka: širina kolosijeka, nadvišenje kolosijeka, prijelazne krivine, prijelazne rampe. Proračun željezničkog gornjeg ustroja: statički proračun, dinamički proračun. Posebne konstrukcije gornjeg ustroja: zahtjevi na takve konstrukcije, mjesta primjene. Dugi trak tračnica (DTT): temperature i naprezanja u DTT, oslobađanje DTT od naprezanja. Postupci zavarivanja tračnica: aluminotermijski i elektrootporni postupak, ispitivanje zavora. Skretnice: dijelovi skretnica i njihova funkcija, vrste prijevodnica, skretničkih srca i vodilica. / *Obvezna literatura*: Prister, G.; Pollak, B. Željeznice – gornji stroj i specijalne željeznice. Zagreb: Građevinski Institut, 1988. Lakušić, S. Gornji ustroj željeznica,

interna skripta / *Preporučena literatura*: Pravilnik o održavanju gornjeg ustroja željezničkih pruga HŽ (Službeni vjesnik, br. 20/91). Esveld, C. Modern Railway Track, *Second Edition*. MRT Productions, Zaltbommel, 2001.

2707 Donji ustroj prometnica (2+2) 6,0

Uvod: općenito o građevinama donjeg ustroja. Prethodni radovi: prikupljanje podataka o terenu i tlu, klasifikacija materijala za zemljane radove. Poprečni profili: normalni i karakteristični. Zemljani trup: projektiranje i izvedba iskopa i nasipa, obrada i zaštita pokosa. Objekti u trupu prometnice: potporni, uporni i obložni zidovi, uređaji za odvodnju. Račun, raspored i izjednačenje masa. Izvedba zemljanog trupa u nepovoljnim terenskim prilikama: klizišta, slabo nosivo temeljno tlo. Radovi u kamenu. / *Obvezna literatura*: Dragčević, V.; Korlaet, Ž. Osnove projektiranja cesta. Zagreb : Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2003. Opći tehnički uvjeti za radove na cestama. Zagreb: Hrvatske ceste i Hrvatske autoceste, 2001.; Dragčević, V., Rukavina T. Donji ustroj prometnica. Zagreb: Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2006.

2708 Cestovna čvorišta (2+2) 6,0

Promet u čvorištima: prometni tokovi, prometne radnje, kanaliziranje. Kriteriji za izbor vrste i tipova čvorišta, prometni, građevinski. Kategorizacija čvorišta. Geometrija kretanja vozila: tipovi vozila, trajektorije kretanja, metode. Trakovi u čvorištu: oblikovanje trakova za skretanje, usporenje i ubrzanje. Prometni otoci: podjela, funkcija, oblikovanje. Spojne rampe čvorišta izvan razine: kategorizacija, način priključenja. Trasiranje u području čvorišta: uzdužni i poprečni nagibi, vitoperenje, preglednost. Čvorišta u razini: kategorizacija, oblikovanje. Čvorišta izvan razine: kategorizacija, oblikovanje. Kombinirana čvorišta: karakteristike, oblikovanje. / *Obvezna literatura*: Klemenčić, A. Oblikovanje cestovnih čvorišta izvan razine, monografija. Zagreb : Građevinski institut, 1982. str. 109. Korlaet, Ž. Čvorišta, skripta. Zagreb : Građevinski fakultet, 2004., str. 69. Richtlinien für die Anlage von Straßen, Plangleiche Knotenpunkte, RAS-K-1, FGSV, Bonn, 1988., str. 120.

2709 Prometni tuneli (2+2) 6,0

Tunelski entiteti. Značenje tunelogradnje na primjeru internacionalnih i domaćih tunela. Parametri i vrijednosti parametara za projektiranje tunela, cestovni, željeznički, metro. Metode razvrstavanja stijenske mase, RMR, Q sustav, NATM. Metode iskopa stijenske mase i podgradni sklopovi, klasični načini, suvremeni načini. ADECCO-RS metoda, iskop, deformacije, osiguranja iskopa. Portalne građevine. Sigurnost u tunelima, infrastrukturne mjere, sigurnosna oprema, mjere za korisnike. 1. /

Obvezna literatura: Mikulić, J; Stipetić, A; Željezničke pružne građevine, IGH, Zagreb, 1999. (Tuneli str. 150.-197. posebno str. 174.-187.); Banjad, I; Tuneli, GF, Zagreb, 1986; (Metode izvedbe tunela, str. 163-194); Marušić, D.: Projektiranje i građenje željezničkih pruga, GF Sveučilišta u Splitu, 1994. (posebno- Uspori u tunelu str. 135.-137.) <http://www.rocksoil.com/ingindex3.html>; Lunardi P., 2000. Design & constructing tunnels – ADECO-RS approach, T&T International special supplement, May 2000. Poloski, D.: Ispis predavanja. / *Preporučena literatura:* <http://home.no.net/lotsberg/>; <http://www.metropla.net/index2.htm>; <http://www.alptransit.ch/>

2710 Aerodromi (2+1) 4,5

Uvod. Povijest zrakoplovstva. Civilni zračni promet, organizacija i regulativa. Osnove meteorologije za potrebe istraživanja, smještaja i iskorištavanja aerodroma. Sustavi zračnog prometa, zračne luke i elementi, podjele, klasifikacije i definicije aerodroma. Aerodromske površine – definicije i karakteristike. Manevarske zone aerodroma. Označavanje aerodroma i aerodromskih površina. Prepreke i njihovo obilježavanje. Putnička zgrada. Zgrada robnog prometa. Klasifikacija kolnika površina za kretanje zrakoplova (opterećenja, klasifikacija prema različitim metodama). Dimenzioniranje kolnika površina za kretanje zrakoplova (kolnici s asfaltnom površinom). Dimenzioniranje kolnika površina za kretanje zrakoplova (betonski kolnici). / *Obvezna literatura:* Horvat Z. Aerodromi I. 1982.; Prager A. Aerodromi I – izmjene i dopune. 1990.; Rukavina T. Bilješke za predavanja. 2004. / *Preporučena literatura:* Pavlin S. Aerodromi I. Aerodromes, Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation, ICAO, 1999.; Airport Pavement Design and Evaluation, Federal Aviation Administration, 1995.

2711 Oprema prometnica (3+0) 4,5

Opći pojmovi i definicije. Oprema prometnica i sigurnost prometa. Vertikalna signalizacija: prometni znakovi, opasnosti, obavijesti, izričitih naredbi i promjenjivi prometni znakovi. Horizontalna signalizacija: uzdužne, poprečne i ostale oznake na kolniku. Signalizacija za radove na cestama. Oprema za označavanje ruba kolnika: smjerokazni stupići, ostale oznake. Zaštitne ograde: čelične, betonske i žičane ograde. Građevine za zaštitu od buke: zidovi, nasipi. Ograde protiv zasljepljivanja. Ostala prometna oprema: automatska brojila prometa, cestovne meteorološke postaje, telefonski pozivni sustavi, snjegobrani, vjetrobriani. / *Obvezna literatura:* Opći tehnički uvjeti za radove na cestama. Zagreb: Hrvatske ceste i Hrvatske autoceste, 2001. Benz Kotzen, Colin English, Environmental noise Barriers, London, 1999. god.

2712 Prometni sustavi (3+0) 4,5

Promet: povijesni razvoj, definicije i podjele. Vozila, cesta i putovanja, glavne značajke. Vozači i pješaci, fizičke i psihološke značajke. Opće prometne značajke, brzina, raspodjele, prometna opterećenja. Urbano putovanje, značajke gradova, generatori putovanja, CBD. Javni gradski i regionalni promet, uloga u razvoju gradova, vrste, kapaciteti, produktivnost, uspješnost, gospodarski i ekološki aspekti. Paratranzit, definicije i glavna obilježja, integriranje paratranzita i konvencionalnog tranzita, uloga u različitom prostornom okruženju, gospodarski aspekti. Pješački promet, općenito, pješački tok, planiranje i projektiranje pješačkih objekata. Biciklistički promet, općenito, biciklistički tok, planiranje i projektiranje biciklističkih staza. Sigurnost prometa, obrada nezgoda, analiza nezgoda i studije sigurnosti, sustav vrednovanja, aktivnosti poboljšanja. Prometne studije, vrste podataka, elementi studija, prometna opterećenja, brzina, vrijeme putovanja i gubici, prometni tok, raskrižja, parkiranje. Prometno planiranje, opći metodološki pristup, definiranje problema, izrada statističko-dokumentacijske osnove, predviđanje društveno-ekonomskog razvitka i prijevozne potražnje, stvaranje i vrednovanje plana. / *Obvezna literatura*: McShane, W. R. i Roess, R. P.: Traffic Engineering, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.; Pađen, J.: Metode prostorno-prometnog planiranja, Informator, Zagreb, 1978.; Korte, J. V.: Osnove projektiranja gradskog i međugradskog putnog saobraćaja, Građevinska knjiga, Beograd, 1968.; Pignataro, L. J.: Traffic Engineering, Theory and Practice, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1973. / *Preporučena literatura*: Transportation and Traffic Engineering Handbook, The Institute of Traffic Engineers, Washington, D. C., 1976.

2715 Gospodarenje kolnicima (2+0) 3,0

Uvod. Osnove sustava gospodarenja kolnicima. Održavanje cesta (definicije, ciljevi i ekonomski aspekti). Obilježja stanja kolnika (vrste oštećenja, načini prikupljanja podataka o kolnicima, ocjena stanja kolnika na temelju prikupljenih podataka). Održavanje cesta s asfaltnom kolničkom konstrukcijom. Održavanje betonskih kolnika. Obnova cesta s asfaltnom kolničkom konstrukcijom (pojačanjem, potpunom zamjenom postojeće kolničke konstrukcije, kombinacija pojačanja i potpune zamjene). Obnova cesta s betonskim kolnikom. Prokopi i ostala oštećenja/popravci nastali uslijed radova na komunalnoj infrastrukturi. Struktura i elementi sustava gospodarenja. Modeli gospodarenja kolnicima (HDM III, sistem dTIMS/VIAPMS). / *Obvezna literatura*: Sršen, M.: Održavanje cesta, Građevni godišnjak, HSGI, Zagreb, 2000.; Dragčević V., Korlaet Ž., Rukavina T., Katalog oštećenja asfaltnih kolnika, GF, Zagreb, 2004.; Rukavina T.: Bilješke za predavanja. / *Preporučena literatura*: OECD (Scientific Expert Group): Road

maintenance management Systems in developing Countries, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, 1995.

4.2.6.2. IZBORNI PREDMETI

2713 Odvodnja prometnica (2+1) 4,5

Hidrološke podloge, hidrološki pojmovi i podaci, hidraulički uvjeti. Zaštita od površinskih, podzemnih i procjednih voda. Odvodnja površine kolnika. Uređaji za površinsku odvodnju. Uređaji za odvodnju posteljice. Uređaji za odvodnju gradskih ulica. Propusti. Određivanje kapaciteta uređaja za odvodnju. Ekološki parametri vodozaštite. / *Obvezna literatura*: RAS, Entwässerung, FGSV, Bonn, 1987. g.; RAS, Tabellen für Bemessung von Entwässerungsrinnen und mulden in befestigten Verkehrsflächen, FGSV, Bonn, 1987. g; Richard, K. Untermann, Principles and practices of grading, drainage and road alignment: An ecologic approach, Prentice-Hall, Inc, 1978. g.

2901 Prometne zgrade (2+1) 4,5

Grad i promet. Osnovne karakteristike arhitekture prometnih zgrada. Pješački pothodnici i nadhodnici. Parkirališta i višeeetažna parkirališta. Garažne zgrade. Benzinske stanice u gradu. Servisne stanice. Moteli. Autobusni kolodvori u gradskom i međugradskom prometu. Tipologija željezničkih putničkih zgrada. Tipologija zrakoplovnih zgrada. Prateći objekti uz autoceste. Prateći objekti u lukama i marinama.

2714 Metode poboljšanja tla (2+1) 4,5

Uvod (svrha, definicije, područja primjene, primjena stabilizacije kod prometnica). Pojam i vrste nestabilnih tala. Izbor postupka (utjecajni parametri pri donošenju odluke o postupcima poboljšanja tla). Principi mehaničke stabilizacije tla. Stabilizacija tla vapnom. Stabilizacija tla cementom. Stabilizacija tla mješavinama letećeg pepela s vapnom ili cementom. Stabilizacija tla bitumenom. Stabilizacija tla cementno-vapnenim i vapneno-bitumenskim mješavinama. Termički postupci stabilizacije tla. Stabilizacija slabo nosivih tala geosinteticima. Ostali postupci stabilizacije slabo nosivih tala. / *Obvezna literatura*: Babić, B.; Horvat, Z. Građenje i održavanje kolničkih konstrukcija. 1985.; Babić, B. Geosintetici u prometnicama, Građevni godišnjak, HSGI, Zagreb, 1995.; Rukavina T.: Bilješke za predavanja. / *Preporučena literatura*: Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, IGH, 2001.

2716 Gradske prometnice (2+1) 4,5

Gradski prometni sustavi. Cestovne prometnice i njihovi atributi. Trasiranje gradskih cestovnih prometnica, osnovna mreža, sabirnice, stambene ul., pristupnice. Veze gradskog sustava na vanjski sustav. Cestovna čvorišta. Planiranje prometne potražnje, VISUM. Određivanje matrice putovanja. Modal split. Dodjela prometa na mrežu. Valorizacija plana, brzine putovanja, saturacija mreže, emisija štetnih tvari, buka. Cost benefit analiza, scenariji plana. / *Obvezna literatura*: D. Pološki, Ispis predavanja (handouts) VISUM manual.

2717 Promet u mirovanju (2+1) 4,5

Urbanističko-prometne postavke. Određivanje potreba mirujućeg prometa. Parkirališni sustavi, organizacija, upravljanje. Vrste parkirališta i parkirališnih objekata. Projektni elementi parkirališta: načini postavljanja, parkiranje vožnjom naprijed i unatrag, dimenzije postavnih mjesta, širine prilaznih voznih trakova, iskoristivost površine. Građevinska izvedba i oprema, kolnik, odvodnja, signalizacija, rasvjeta, sigurnosna oprema. Parkirališta za posebne namjene, autobusni i kamionski kolodvori, trgovački centri, sportski objekti, kolodvori, aerodromi, P+R sustavi, bicikli i motorkotači. Parkirališni objekti-garaže, sustavi unutarnje organizacije, povezivanje na uličnu mrežu, projektni elementi, rampe, sustavi kontrole i naplate, sigurnosne mjere. / *Obvezna literatura*: Empfelungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs, EAR 91, FGSV, Bonn, 1995., str. 99.

2718 Održavanje kolosijeka (3+0) 4,5

Opći pojmovi o održavanju pruga. Kontrola stanja pruga: geometrije kolosijeka, tračnica, slobodnog profila, zastorne prizme. Vrste radova na održavanju pruga: redovito održavanje (tekuće, investicijsko), remont kolosijeka. Održavanje gornjeg ustroja pruge: ručno održavanje, strojno održavanje. Suvremene metode održavanja kolosijeka: radovi pod prometom, radovi bez prometa vlakova. Održavanje kolosijeka za velike brzine. Regeneracija kolosiječnog materijala: tračnica, skretnica, pribora, pragova, zastora. Održavanje skretnice: održavanje prijevodničkog uređaja, održavanje srčišta skretnice. Održavanje donjeg ustroja pruge: planum pruge, tamponski sloj, odvodni jarci. Kontrola stanja željezničkih pružnih građevina: mostova, propusta, tunela, cestovnih prijelaza. Održavanje i obnova željezničkih pružnih građevina. / *Obvezna literatura*: Esveld, C.: "Modern Railway Track", *Second Edition*, MRT Productions, Zaltbommel, 2001.; Mikulić, J., Stipetić, A.: „Željezničke pružne građevine“, Institut građevinarstva hrvatske, Zagreb, 1999./ *Preporučena literatura*: Pravilnik o održavanju gornjeg ustroja

željezničkih pruga HŽ (Pravilnik 314); Pravilnik o održavanju donjeg ustroja željezničkih pruga HŽ (Pravilnik 315).

4.2.7. Smjer TEORIJA I MODELIRANJE KONSTRUKCIJA

4.2.7.1. OBVEZNI PREDMETI

2801 Mehanika materijala (2+1) 4,5

Utjecaj strukture gradiva na mehanička svojstva materijala. Probabilistički karakter mehaničkih svojstava i strukturna osjetljivost. Selektivna i aditivna teorija. Modeliranje i efekt mjerila. Opterećenje, vrijeme, temperatura. Metodika ispitivanja. Uređaji za ispitivanje. Uređaji za mjerenje deformacija. Interpretacija rezultata ispitivanja. Mehanička svojstva materijala pri statičkom opterećenju. Konvencionalni radni dijagram materijala pri rastezanju i pritisku. Karakteristike deformabilnosti materijala. Duktilni materijali. Krhki materijali. Stvarni dijagram materijala. Anizotropija mehaničkih svojstava. Idealizacija radnog dijagrama materijala. Elastoplastični materijal s očvršćenjem, idealno elastoplastični materijal, kruto plastični materijal, krutoplastični materijal s očvršćenjem. Utjecaj vanjskih čimbenika na mehanička svojstva materijala pri statičkom opterećenju. Zaostala naprezanja. Osnovni oblici razaranja materijala pri rastezanju i pritisku. Dugotrajno statičko opterećenje. Statička trajna čvrstoća materijala. Puzanje materijala. Relaksacija naprezanja. Čvrstoća materijala pri dinamičkom opterećenju. Vrste dinamičkog opterećenja. Udarne čvrstoće ili žilavost materijala. Vanjski čimbenici koji utječu na udarnu čvrstoću materijala. Postupci ispitivanja. Čvrstoća materijala pri ciklički promjenjivom opterećenju. Umornost materijala. Određivanje dinamičke čvrstoće materijala. Utjecaj čimbenika na trajnu dinamičku čvrstoću materijala. Koeficijent sigurnosti dopuštenog naprezanja. Mehanika loma i čvrstoća materijala. Osnovni oblici razvoja pukotine. Faktor intenziteta naprezanja. Kriteriji loma. Žilavost loma. Osjetljivost materijala na zarez i pukotine. Reološka svojstva materijala. Reološka jednadžba stanja materijala. Princip superpozicije vremena i temperature. Reološki modeli. – Tvrdoća materijala. Postupci ispitivanja tvrdoće: paranje, utiskivanje i odskok. Korelacija tvrdoće materijala i čvrstoće materijala. / *Obvezna literatura*: Šimić, V.: Otpornost materijala II, Školska knjiga, Zagreb, 2002. / *Preporučena literatura*: Bazjanac, D.: Nauka o čvrstoći, Tehnička knjiga, Zagreb, 1967.; Lemotive, J., Chaboche, J-L.: Mechanics of Solid Materials, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.; Timošenko, S.: Otpornost materijala II, Građevinska knjiga, Beograd, 1965.; Timošenko, S.: Mechanics of Materials, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1972.

2802 Nelinearna statika štapnih konstrukcija (2+1) 4,5

Idealizacije kod linearne statike štapnih konstrukcija, točna teorija geometrije pomaka i ravnoteža na deformiranom štapu. Odnosi linearne i nelinearne teorije. Diferencijalni odnosi sila i opterećenja kod geometrijske nelinearnosti. Odnosi između sila i pomaka krajeva štapa kod geometrijske nelinearnosti. Jednadžbe ravnoteže čvorova. Pojam imperfekcije, izvodi i rješenja diferencijalnih jednadžbi štapova. Linearizacija proračuna, P-delta analiza. Fizikalna nelinearnost, osnovni pojmovi. Idealizacije kod materijalne nelinearnosti. Aproksimacija fizikalno nelinearnih zadaća. Opća bilinearna aproksimacija. Interakcija unutarnjih sila kod fizikalne nelinearnosti. Istovremena geometrijska i fizikalna nelinearnost. Iterativni proračun nosivosti metodom diferencijalnih jednadžbi. Opća momentna jednadžba u plastičnim zglobovima. / *Obvezna literatura*: V. Jović: Uvod u inženjersko numeričko modeliranje, Aquarius Engineering, Split, 1993.; E. Rahm: Stabtragwerke, Teil V, Nichtlineare Verfahren, Universitaet Stuttgart, 1995. / *Preporučena literatura*: W. Wunderlich & W. D. Pilkey: Mechanics of Structures. Variational and Computational Methods, CRC Press, Boca Raton, 2003.

2303 Metalne konstrukcije II (2+2) 6,0

Odluke čeličnih konstrukcija. Arhitektura i čelik. Ekonomski parametri građenja čelikom. Postupak projektiranja – viša razina. Uvod u inženjerstvo pouzdanosti. Umor – dimenzioniranje. Višedijelni tlačni elementi. Stabilnost hrptova uslijed poprečnog naprezanja. Konstrukcije od tankostijenih profila. Projektiranje pločastih elemenata i limenih nosača. Sustavi prostornih konstrukcija. Nosivi sustavi višekatnih zgrada. Konstrukcije izvedene užetom. Detalji u čeličnim konstrukcijama. / *Obvezna literatura*: Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Metalne konstrukcije 3. Zagreb : IA Projektiranje 1998.; Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Metalne konstrukcije 4. Zagreb: IA Projektiranje 2003.; Androić, B.; Dujmović, D.; Džeba, I. Modeliranje konstrukcija prema EC3. Zagreb: IA Projektiranje 2004. / *Preporučena literatura*: McKenzie, W. C. Design of Structural Steelwork. Macmillan 1998.

2803 Teorija elastičnosti i plastičnosti (3+2) 7,5

Uvod i definicija čvrstog deformabilnog kontinuuma (Povijesni razvoj i podjela mehanike kontinuuma). Osnove vektorskog i tenzorskog računa (Euclidov E^3 prostor, Transformacije koordinata, Operacije s tenzorima). Model deformiranja materijalnog kontinuuma. (Lagrangeov i Eulerov pristup deformiranju tijela). Tenzor naprezanja i njegova svojstva. (Stanje naprezanja u okolišu točke, Jednadžbe ravnoteže, Statička dopustivost, Transformacije komponenata,

Svojtvene vrijednosti). Tenzor deformacija i njegova svojstva. (Gradijenti pomaka i deformacija, Konačne deformacije, Infinitesimalne deformacije, Kinematička dopustivost, Jednadžbe kompatibilnosti). Jednadžbe stanja i konstitucije. (Zakoni stanja, Tenzor materijalne krutosti i fleksibilnosti, Potencijal linearno-elastičnog tijela). Rubne zadaće u teoriji elastičnosti i pristup njihovu rješavanju. (Formulacija rubnih zadaća, Iskazivanje rješenja i njegova svojstva). Potencijalna energija čvrstog deformabilnog tijela i energetski principi i teoremi. Primjena numeričkih postupaka u rješavanju rubnih zadaća teorije elastičnosti. Ravninske zadaće teorije elastičnosti. (Ravninsko naprezanje i deformacija, Airyeva funkcija naprezanja u pravokutnim i polarnim koordinatama, Svojstva rješenja ravninskih zadaća i neki potencijali rubnih zadaća). Prostorne zadaće teorije elastičnosti. (Torzija, Poluprostor, Tanke ploče). Uvod u teoriju plastičnosti i osnovni kriteriji plastičnosti. (Modeli plastičnosti, Pravila plastičnog tečenja, Konstante plastičnosti). Zakoni konstitucije u teoriji tečenja materijala. (Misses-Levyeve i Prandtl-Reusove jednadžbe, Inkrementalni postupci u teoriji tečenja). Neki potencijali plastičnosti. / *Obvezna literatura*: Z. Kostrenčić: Teorija elastičnosti, Školska knjiga, Zagreb, 1982.; J. Brnić: Elastomehanika i plastomehanika, Školska knjiga, Zagreb, 1996. / *Preporučena literatura*: S. Timošenko: Teorija elastičnosti, Građevinska knjiga, Beograd, 1962.; Y. A. Amenzade,: Theory of Elasticity, MIR Publishers Moscow, 1979.; G. E. Mase: Theory and Problems of Continuum Mechanics, McGraw-Hill Company, 1970.

2804 Dinamika konstrukcija i potresno inženjerstvo (3+2) 7,5

Linearni oscilator, pregled teorije slobodnih i prisilnih oscilacija s prigušenjem i bez prigušenja. Vrste dinamičkih opterećenja (potres, vjetar, morski valovi, eksplozije, rad strojeva). Pojam spektra. Duhamelov integral. Pojava i utjecaj rezonancije. Generalizirani sustavi s jednim stupnjem slobode. Energijski pristup. Oscilacije sustava s više stupnjeva slobode. Odabir koordinata (diskretne, generalizirane), statička kondenzacija, matrična formulacija konstrukcije, utjecaj uzdužnih sila (primjena računala). Generalizirane koordinate, Hamiltonov princip, Lagrangeove jednadžbe gibanja. Slobodne oscilacije, svojstvene vrijednosti i svojstveni vektori, uvjeti ortogonalnosti, normalne koordinate. Metode matrične iteracije. Dinamički odziv primjenom metode modalne superpozicije (superpozicija utjecaja pojedinih svojstvenih vektora). Tlocrtno simetrične i nesimetrične zgrade. Dinamički odziv konstrukcije metodom integracije „korak po korak“, akcelerogrami (primjena računala). Dinamika inženjerskih objekata. Primjena konačnih elemenata. Oscilacije sustava s kontinuirano raspoređenom masom (savijanje i uzdužne deformacije grede). Slobodne oscilacije tanke ploče, grede, konzole, okvira. Nelinearne oscilacije. Uzroci nelinearnosti. Matematički modeli, rješenja,

metoda Runge-Kutta (njihalo, Duffingova jednadžba). Parametarske oscilacije (primjena računala). Spektralni proračun zgrada. Fenomen potresa, seizmičke zone, osnove potresnog opterećenja, projektni spektri, ekvivalentno statičko opterećenje. Osnovna pravila i principi pri projektiranju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Vjetar i potres: odgovarajuća regulativa i primjena. / *Obvezna literatura*: A. Mihanović, Dinamika konstrukcija, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu 1995.; J. Dvornik, V. Raduka, Bilješke uz predavanja. / *Preporučena literatura*: R. W. Clough, J. Penzien, Dynamics of Structures, McGraw-Hill 1993. A. K. Chopra, Dynamics of Structures: Theory and application to earthquake Engineering, Prentice Hall, inc. 1995.

2805 Eksperimentalne metode I (2+2) 6,0

Instrumentarij i metode mjerenja na prototipu i modelima. Teorija i tehnika modeliranja. Dimenzionalna analiza. Teorija sličnosti. Dimenzionalni izrazi. Buckinghamov teorem. Diferencijalne jednadžbe zakona sličnosti. Materijali za izradu modela. Ispitivanje modela. Istraživanja izotropnih i anizotropnih materijala. Mehaničke karakteristike materijala. Određivanje parametara mehanike loma i teorije plastičnosti. Parametri puzanja, skupljanja i relaksacije. Metode određivanja ugrađenih naprezanja i deformacija. Determinističke i stohastičke pobude. Odgovor u vremenskoj, frekventnoj i amplitudnoj domeni. Simultana registracija pobude i odgovora. FFT analiza. Funkcije korelacije, spektralne gustoće snage, koherence i frekventnog odgovora sustava. / *Obvezna literatura*: Papoulis, A.: Probability, random variables and stochastic processes, McGraw-Hill, Singapore, 1987.; Rohrbach, C.: Handbuch für experimentelle Spanungsanalyse, VDI, Düsseldorf, 1989. / *Preporučena literatura*: Helstrom, C. W.: Probability and stochastic processes for engineers, Macmilan, New York, 1984.

2806 Teorija kompozita (2+1) 4,5

Uvod u teoriju kompozita: podjela kompozita; kompatibilni kompozitni elementi konstrukcija; kompozitni sklopovi; slojeviti kompoziti; specijalni kompoziti; oblikovanje. Svojstva: mehanička svojstva ojačala, matrica i kompozita; analiza deformacija, naprezanja i graničnih stanja; kratkotrajna i dugotrajna opterećenja; dinamičko opterećenje; analiza homogenosti i anizotropnosti; ponašanje pri stalnim i promjenljivim mehaničkim djelovanjima; nemehanička djelovanja: vlaga, temperatura, zračenje; postupci ispitivanja. Teorijske i eksperimentalne podloge za dimenzioniranje: podloge za slojevite kompozite; postupci određivanja karakterističnih veličina; podloge za kompozitne sklopove; reološka svojstva i modeli kompozitnih elemenata i sklopova. Opterećenja i

proračun sklopova i konstrukcija: numeričke podloge: statička opterećenja. dinamička opterećenja; primjeri primjene; gradnja novih građevina; sanacija građevina; ploče; cijevi; sendvič elementi; vlačni elementi; ležajevi; prijelazne naprave; protuvibracijski i protupotresni sklopovi; oslonci; modeli za projektiranje i saniranje. Provjera sigurnosti i pouzdanosti: monitoring; kontrola kvalitete u procesu proizvodnje i na gradilištu; ispitivanja u laboratoriju i na izvedenim građevinama; stanje razvoja i preporuke za primjenu. / *Obvezna literatura*: Moser Kurt: Faser-Kunststoff-Verbund, VDI-Verlag GmbH. Düsseldorf, 1992.; Advanced Composite Materials in Bridges and Structures ACMBS-IV. Calgary, Alberta, Canada, 2004.; Eggert, H., Kauschke, W.: Structural Bearings, Ernst&Sohn, Berlin, Germany, 2002.; Ramberger G.: Structural Bearings and Expansion Joints for Bridges, IABSE-AIPC- IVBH, Zürich, 2002. / *Preporučena literatura*: Laszlo, P. Kollar: Mechanics of Composite Structures, Cambridge University Press 2003.

2305 Betonske i zidane konstrukcije II (2+1) 4,5

Složene ploče. Ravne ploče. Trokutaste ploče. Ploče oslonjene na dva susjedna ruba. Ploče s otvorima. Proračun: teorijske postavke; odredbe propisa; konstruktivne pojedinosti. Torzija armiranobetonskih presjeka. Granična stanja uporabljivosti. Puzanje i skupljanje betona. Progibi greda. Proračun pukotina po PBAB i po EC2. Minimalna armatura ploča i greda za ograničenje pukotina. Vitki stupovi. Elementi opterećeni uzdužnom silom i momentom savijanja. Proračun po teoriji drugog reda. Interakcijski dijagrami. Lokalna tlačna naprezanja. Kratke konzole. Čvorovi i zglobovi okvira. Nosivi sustavi od armiranobetonskih zidova. Puni zidovi i zidovi s otvorima. Mješoviti nosivi sustavi okvira i zidova. Zidni (visokostijeni) nosači. Okvirni nosivi sustavi. Temeljne i potporne armiranobetonske konstrukcije. Konstruktivne pojedinosti zida. Vrste zidova, debljine i veze. Proračunski primjeri. Zidanje. Materijali i njihovo skladištenje. Priprema morta i betona za ispunu. Zidanje zida i betoniranje ispune. Zaštita novoizvedenog zida. Kategorije kontrole zidanja. Zidane građevine u seizmičkim područjima. Materijali i zidni vez. Proračunski modeli. Primjeri. Jednostavna pravila proračuna zidanih zgrada. Pravila za seizmička područja. Proračunski primjeri. Ojačanje zida. Građevine oštećene potresom. Istražni radovi. Ojačanje zidanih građevina. / *Obvezna literatura*: Tomičić, I. Betonske konstrukcije. Zagreb: Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, 1996.; Tomičić, I. Priručnik za proračun armiranobetonskih konstrukcija. Zagreb: Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, 1996.; Sorić, Z. Zidane konstrukcije (drugo, prošireno izdanje). Zagreb : vl. nakl., 2004. / *Preporučena literatura*: Hrvatske norme HRN ENV 1992, norme za betonske konstrukcije (Eurokod 2), Hrvatske norme HRN ENV 1996, norme za zidane konstrukcije (Eurokod 6), Hrvatske norme HRN ENV 1991,

norme za opterećenja konstrukcija (Eurokod 1), Hrvatske norme HRN ENV 1998, norme za seizmička područja.

2807 Plošni nosači (2+2) 6,0

Konstruktorska ostvarenja i principi projektiranja kroz povijest. Temeljni principi rješavanja rubnih zadataka: metoda sila i metoda pomaka. Jaka i slaba formulacija. Pojam diskretizacije i pregled numeričkih metoda proračuna. Ritzova metoda. Ideja metode konačnih elemenata. Roštilji i ploče. Statička i kinematička ograničenja u inženjerskim konstrukcijama. Zidni nosači. Složenice. Ljuske. Opće upute za rješavanje svake od cjelina od kojih se sastoje programski zadaci. Realizacija auditornih vježbi na računalima. Pomoć svakom studentu pojedinačno pri realizaciji projektantskih vježbi. Presentacija završnih radova. / *Obvezna literatura*: S. Timošenko, S. Woinowsky – Krieger: Teorija ploča i ljski, Građevinska knjiga, Beograd, 1962.; K. Girkman: Površinski sistemi nosača, Građevinska knjiga, Beograd, 1965.; I. Senjanović : Teorija ploča i ljski, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1973. / *Preporučena literatura*: J. Sorić: Metoda konačnih elemenata, Golden Marketing, Tehnička knjiga, Zageb, 2004.; I. E. Gordon: Structures, or why things don't fall down, Da Capo Press, Inc, New York 1978.

2808 Teorija stabilnosti (2+1) 4,5

Osnovno o fenomenu stabilnosti. Mogući načini gubitka stabilnosti. Osnovni pristupi analizi stabilnosti. Primjeri stabilnosti na mehaničkim modelima (uz teoriju malih i velikih pomaka). Problem elastične stabilnosti stupova, diferencijalne jednačbe izvijanja drugog i četvrtog reda za razne uvjete oslanjanja (ravotežni pristup). Utjecaj imperfekcije na stabilnost tlačno opterećenih stupova. Stabilnost stupova i greda istovremeno opterećenih tlačnim silama i na savijanje. Stabilnost okvira. Ravnotežni pristup. Stabilnost lukova. Pojam dinamičke stabilnosti. Primjena energetskih metoda u analizi stabilnosti. Rayleigh-ev i Timošenkov kvocijent, Rayleig-Ritzova metoda, Galerkinova metoda. Stabilnost ploča. Osnovno o teoriji savijanja ploča. Stabilnost tankih elastičnih ploča uz primjenu teorije malih pomaka. Stabilnost tankih elastičnih ploča uz primjenu teorije umjereno velikih pomaka. Postkritično ponašanje ploča. Stabilnost ljsaka. Stabilnost nosača tankostijenih poprečnih presjeka. Stabilnost u plastičnom području. Engesserova i Shanleyeva teorija. / *Obvezna literatura*: Pisani materijali s predavanja (Dvornik, Bjelajac), Timošenko; Teorija elastične stabilnosti; A. Mihanović: Stabilnost konstrukcija. DHGK,1993.

2809 Ispitivanje konstrukcija (2+2) 6,0

Uvod. Svrha ispitivanja konstrukcija. Klasifikacija ispitivanja. Znanstveno-istraživačka. Kontrolna. Laboratorijska. Statička i dinamička. Kratkotrajna i dugotrajna. Mehaničke i geometrijske veličine koje se mjere pri ispitivanju konstrukcija. Apsolutni pomak točke konstrukcije. Promjena razmaka točaka konstrukcije (deformacija). Kut zaokreta. Zakrivljenost. Relativne deformacije. Pribori za mjerenje mehaničkih i geometrijskih veličina. Elementi pribora. Uvećanje. Točnost. Pouzdanost. Histereza. Osjetljivost. Područje mjerenja. Pribor za mjerenje: pomaka, promjene dužine (tenzometri), promjene kuta, promjene zakrivljenosti. Baždarenje pribora. Tenzometrija. Podjela tipova tenzometara: mehanički, optičko-mehanički, optički, akustički, električki. Elektrootporni tenzometri (EOT). Tipovi. Način postavljanja i priključivanja. Sklopovi mjernih instrumenata. Izrada pomoćnih uređaja za mjerenje pomaka, ubrzanja, sila pritiska i sl. 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. Mohrov krug deformacije. Troosno stanje deformacija i naprezanja. Važnije metode analize stanja deformacija i naprezanja konstrukcija i njihovih elemenata. Fotoelasticimetrija. Metoda Moire. Postupak s krhkim lakovima. Holografske metode. Geodetska mjerenja. Modeliranje. Postupci provjere materijala i karakteristike ispitivane konstrukcije. Vađenje jezgri. Ultrazvuk. Sklerometrija. Radiografsko snimanje. Statičko ispitivanje konstrukcija. Projekt. Izvođenje. Način opterećenja. Ocjena rezultata. Normativi i uvjeti valjanosti konstrukcije. Dinamičko ispitivanje. Projekt. Izvođenje. Način opterećenja i veličine koje se mjere. Dinamički parametri konstrukcija. Ocjena rezultata mjerenja. Normativi. / *Obvezna literatura*: Kiričenko, A. i sur.: Mjerenje deformacija i analiza naprezanja konstrukcija, DIT-Zagreb, Zagreb, 1982.; Alfrević, I., Jecić, S.: Fotoelasticimetrija, Liber, Zagreb, 1983./ *Preporučena literatura*: Brčić, V., Čukić, R.: Eksperimentalne metode u projektiranju konstrukcija, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.; Aničić, D.: Ispitivanje konstrukcija, Građevinski fakultet Sveučilišta u Osijeku, Osijek, 2002.

4.2.7.2. IZBORNI PREDMETI**2301 Prednapeti beton (2+2) 6,0**

Opći podaci o prednapetom betonu: vrste prednapinjanja; tipovi prednapetih betonskih konstrukcija; sustavi sidrenja natega; uvođenje sile prednapinjanja u konstrukciju; osnove proračuna prednapetih betonskih konstrukcija; primjena računala; svojstva gradiva u prednapetim betonskim konstrukcijama;

dimenzioniranje presjeka – zadovoljenje osnovnih kriterija; granična stanja uporabljivosti; stabilnost prednapetih betonskih elemenata; zamor prednapetih betonskih konstrukcija; ponašanje prednapetih betonskih konstrukcija u požaru; izrada i montaža prednapetih betonskih konstrukcija; prednapinjanje u mostogradnji; prednapinjanje industrijskih objekata; prednapinjanje u visokogradnji (okviri, stropne ploče, kupole, ljuske); prednapinjanje u geotehnici; održavanje i sanacija prednapetih betonskih konstrukcija; primjena novih materijala. / *Obvezna literatura*: Pičulin, S.; Dekanović, Đ.; Kindij, A. *Prednapete betonske konstrukcije*, CD s predavanjima 2001-2005., Zagreb / *Preporučena literatura*: Leonhardt, V. *Vorlesungen über Massivbau, Fünfter Teil*. Berlin, Heidelberg, New York : Springer-Verlag, 1979

2302 Mostovi II (2+2) 6,0

Elementi oblikovanja građevina. Oblikovanje mostova. Projekt mosta – konceptualno projektiranje. Optimizacija varijanti. Kombinacije djelovanja na mostove. Osnove proračuna mostova. Problematika stabilnosti mostova. Seizmički proračun. Gredni mostovi (proračun i i konstruiranje). Punostijeni glavni nosači metalnih mostova. Rešetkasti glavni nosači Gredni mostovi (građenje). Pločasti mostovi (proračun, projektiranje, građenje). Kolnici željezničkih mostova. Spregovi. Čelične ortotropne ploče. / *Obvezna literatura*: Radić, J. *Mostovi*. Zagreb: Dom i svijet, 2002.; Tonković, K. *Masivni mostovi (Opća poglavlja)*. Zagreb : Školska knjiga 1977.; Tonković, K. *Mostovi (Građenje)*. Zagreb : Školska knjiga 1979. / *Preporučena literatura*: Taly, N. *Design of Modern Highway Bridges*. New York : McGraw-Hill, 1992.; Bennett, D. *The Creation of Bridges*. New Jersey : Chartwell Books, 1999.

2810 Numeričke metode u proračunu konstrukcija (2+1) 4,5

Rješavanje sustava jednadžbi i metode zapisa matrice krutosti. Aproksimacija funkcija. Numerička integracija. Metoda konačnih razlika. Metoda rubnih elemenata. Metoda diskretnih elemenata. Metode particije jedinice. Metoda konačnih volumena. Diferencijalne kvadrature metode. Primjena splajnova. Rješavanje sustava jednadžbi i numerička integracija. Numerički primjer metodom konačnih razlika. Numerički primjer metodom rubnih elemenata. Razrada studentskih radova. Prezentacija studentskih radova. / *Obvezna literatura*: E. Stein, R. de Borst, T. J. R. Hughes: *Encyclopedia of Computational Mechanics*, Vol. 1. Skripta (u pripremi). / *Preporučena literatura*: Z. Bittnar, J. Šejnoha: *Numerical Methods in Structural Mechanics*.

2811 Posebna poglavlja otpornosti materijala (2+1) 4,5

Savijanje štapa postupno promjenjivog poprečnog presjeka. Nosač jednake čvrstoće. Poprečna normalna naprezanja pri savijanju štapa poprečnim opterećenjem. Koncentracija naprezanja. Aksijalno opterećenje, torzija, savijanje. Modeliranje konstrukcija od nelinearno elastičnog materijala. Aksijalno opterećene štapne konstrukcije. Savijanje ravnog štapa od nelinearnog elastičnog materijala. Savijanje štapa od bilinearno elastičnog materijala. Torzija. Kontaktne zadaće. Opće pretpostavke. Herzove formule za kontaktna naprezanja i deformacije. Dvije kugle pod pritiskom. Dva valjka pod pritiskom. Opći slučaj dodira dvaju tijela pod pritiskom. Debelostijene cijevi. Opće definicije i pretpostavke. Diferencijalne jednačbe i rubni uvjeti za aksijalno simetrično tijelo. Naprezanja i deformacije u debelostijenim cijevima pod djelovanjem unutarnjih i vanjskih pritisaka. Naprezanja i deformacije u sastavljenim debelostijenim cijevima. Toplinska naprezanja u debelostijenim cijevima. Dinamičke zadaće. Naprezanja u elementima konstrukcije pri gibanju s ubrzanjem. Sila inercije, unutarnje sile. Savijanje. Teorija udara. Opće pretpostavke. Proračun naprezanja i deformacija štapa pri udarnom opterećenju. Aksijalno udarno opterećenje. Udarno opterećenje pri savijanju. Torziono udarno opterećenje. Naprezanja pri uzdužnom udaru štapa o krutu podlogu. Naprezanja pri poprečnom udaru nosača o krute ležajeve. Proračun čvrstoće pri promjenjivim naprezanjima. Višeosno promjenjivo naprezanje. Primjena teorija čvrstoće. / *Obvezna literatura*: Šimić, V.: *Otpornost materijala I*, Školska knjiga, Zagreb, 2002.; Šimić, V.: *Otpornost materijala II*, Školska knjiga, Zagreb, 2002. / *Preporučena literatura*: Case, J., Chilver, A.: *Strength of Materials and Structures*, Edward Arnold, 1985.

2812 Metoda konačnih elemenata (2+1) 4,5

Motivacija i osnovne jednačbe u analizi konstrukcija. Izvod varijacijske formulacije osnovnih zadaća. Linearni i kubični konačni elementi. Primjena MKE na gredne nosače. Primjena MKE na okvirne ravninske nosače. Prikaz izvoda elementarne matrice krutosti za rješavanje zidnih nosača. Rješavanje jednačbe ploče metodom konačnih elemenata (izvod bikubičnog konačnog elementa, izvod elementarne matrice krutosti, primjena na varijacijsku formulaciju zadaće). Izvod elementarne matrice krutosti za ljuske. Primjena MKE na stacionarnu jednačbu provođenja. Konceptcija numeričkog proračuna. Ocjena pogreške numeričkog proračuna. Prikaz rješavanja sustava jednačbi i numerička integracija. Numerička razrada analize grednog nosača. Konceptcija numeričkog proračuna zadaće savijanja ploče. Prikaz rada programskih paketa. Priprema ulaznih podataka za ispravan proračun programskim paketima. Priprema ulaznih podataka za standardne zadaće analize konstrukcija – samostalni studentski rad. Prezentacija

završnih radova – seminar. / *Obvezna literatura*: R. D. Cook, D. S. Malkus, M. E. Plesha, R. J. Witt: *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, 4th Edition, John Wiley & sons, 2001.; G. R. Buchanan: *Finite Element Analysis*, McGraw-Hill, 1994.; Skripta (u pripremi). / *Preporučena literatura*: T. J. R. Hughes: *The Finite Element Method: linear Static and Dynamic Analysis*, Dover, 2000.; W. B. Kraetzig, Y. Basar: *Tragwerke 3, Theorie und Anwendung der methode der Finiten Elemente*, Springer, 1997.; H. Werkle: *Finite elemente in der Baustatik*, Vieweg, 1995.; J. Sorić: *Metoda konačnih elemenata*, Golden Marketing-Tehnička knjiga, 2004.

2813 Programiranje postupaka proračuna konstrukcija (2+1) 4,5

Programske paradigme i programski jezici; sintaksa i semantika; Turingov stroj. Osnovni tipovi podataka i osnovne operacije. Prikaz realnih brojeva (IEEE norma); realizacija algebarskih operacija; zaokruživanje i točnost. Upravljanje tokom programa: petlje i grananja. Matematičke i programske funkcije. Razredi. Objektno usmjereno i funkcionalno programiranje. Pojmovni pristup. Vektori i matrice (pune i rijetko popunjene): Strukture podataka (polja, liste, stabla, rječnici). Programska realizacija operacija linearne algebre. Struktura programske realizacije metode konačnih elemenata: Topološki odnosi u mreži konačnih elemenata; progušćivanje mreže i hijerarhija mreža. Matrice krutosti elementa i konstrukcije; vektor opterećenja. Koordinatni sustavi i transformacija koordinata. Jednadžbe ravnoteže i sastavljanje matrice krutosti konstrukcije. Rješavanje sustava jednadžbi; upotreba programskih biblioteka (Lapack, Umfpack, SuperLU). Relaksacijski, gradijentni i višerazinski postupci. Elementi programa za proračun stabilnosti i dinamički proračun. / *Obvezna literatura*: I. M. Smith & D. V. Griffiths: *Programming the Finite Element Method*, Wiley, New York, 1999. / *Preporučena literatura*: R. Sethi: *Programming Languages. Concepts and Constructs*, Addison-Wesley, Reading, 1989.; M. L. Overton: *Numerical Computing with IEEE Floating Point Arithmetic*, SIAM, Philadelphia, 2001.; M. A. Weiss: *Data Structures and Algorithm Analysis*, Addison-Wesley, Reading, 1998.; J. J. Barton & L. R. Nackman: *Scientific and Engineering C++*, Addison-Wesley, Reading, 1994.; D. R. Brooks: *Problem Solving with Fortran 90 for Scientists and Engineers*, Springer, New York, 1997.

2814 Polimeri (2+1) 4,5

Općenito o polimerima: historijat; polimerni materijali u graditeljstvu; struktura; postupci dobivanja: polimerizacija, polikondenzacija, poladicija, kombinirani postupci; podjela polimernih materijala, prema fizikalnim svojstvima, uvjetima

preradbe, primjeni. Značajnije vrste polimernih materijala u graditeljstvu. Preradba: vulkanizacija; ekstrudiranje; kalandriranje; lijevanje; prešanje; sraščivanje; puhanje; laminiranje; namotavanje; štrcanje. Svojstva. Mehanička svojstva: statičko i dinamičko opterećenje; kratkotrajno i dugotrajno opterećenje; umornost; ovisnost o temperaturi; zaostala naprezanja i krti lomovi; trajne deformacije; granična stanja pri jednosmjernom i višesmjernom stanju naprezanja; vremenska ovisnost; teorija linearne i nelinearne viskoelastičnosti; reološki modeli; postupci ispitivanja. Nemehanička svojstva: gustoća, termička svojstva, difuzija, električna svojstva, kemijska otpornost, toksičnost, optička svojstva, postojanost prema biološkim utjecajima. Postupci ispitivanja. Starenje. Ponašanje pri požaru. Spajanje. Ojačani polimerni materijali: vrste; svojstva; proizvodnja. Pjenasti polimerni materijali: vrste; svojstva; proizvodnja. Primjena polimernih materijala u graditeljstvu: zidni i krovni elementi; cijevi i fazonski elementi; kupole, ljske i membrane; geosintetici; sendvič elementi; polimerni mortovi i betoni; zaštita površina; hidroizolacija zaštita okoliša; oslonci; brtvila; protuvibracijska i protupotresna izolacija; projektiranje, proizvodnja i ugradnja. Polimerni materijali u sanaciji i održavanju konstrukcija. / *Obvezna literatura*: Šimunić Ž.: Polimeri u građevinarstvu, skripta, Zagreb, 2005.; Feldman, Dorel: Polymeric Building Materials, Elsevier Applied Science, London and New York 1989.; Schießl, P. Kunststoffe, TUM, München, 2002. / *Preporučena literatura*: Ramberger, G.: Structural Bearings and Expansion Joints for Bridges, IABSE-AIPC- IVBH, Zürich, 2002.; Williams, J. G.: Stress Analysis of Polymers, John Wiley&Sons London, 1980.

2815 Metode teorije elastičnosti i plastičnosti (2+1) 4,5

Vektorska i tenzorska analiza. (Linearne transformacije u Euklidskom vektorskom prostoru, Opće i ortogonalne transformacije, Operacije s tenzorima i njihova svojstva, Svojstvene vrijednosti i svojstveni vektori u prostoru E^3 .) Metode analize naprezanja i deformacija. (Osnovne jednačbe teorije naprezanja i deformacija, Veza između naprezanja i deformacija (Opći Hooke-ov zakon), Jednačbe ravnoteže i kompatibilnosti, Rubne zadaće teorije elastičnosti i plastičnosti) Postupci rješavanja rubnih zadaća teorije elastičnosti i plastičnosti. Diferencijalna formulacija problema rubne zadaće, Iskaz rješenja u pomacima, Iskaz rješenja u naprezanjima, Analitički i numerički postupci rješavanja rubnih zadaća. Egzaktna i približna rješenja diferencijalnih jednačbi teorije elastičnosti i plastičnosti.) Numeričke i analitičke metode pri rješavanju rubnih zadaća teorije elastičnosti i plastičnosti. Diferencijski postupak rješavanja diferencijalnih jednačbi, Numeričke metode zasnovane na rezidualu točnog i aproksimativnog rješenja (Galerkinov postupak, Postupak najmanjih kvadrata), Airyeva funkcija

naprezanja, Primjena analitičkih funkcija i funkcije kompleksne promjenjive na probleme mehanike kontinuuma). Metode rješavanja rubnih zadaća zasnovane na funkcionalu energije. Potencijalna energija čvrstog deformabilnog tijela i komplementarna energija, Energetski principi i teoremi. Princip virtualnog rada, Princip o minimumu ukupne potencijalne energije i minimumu komplementarne energije deformacije, Lagrangeov i Castiglianov terem, Hellinger-Reissnerov i Hu-Washizuov variacijski princip, Rješavanje nekih rubnih zadaća primjenom funkcionala energije, Rayleigh-Ritzov postupak, Postupak konačnim elementima, Inkrementalni postupci u teoriji elastičnosti i plastičnosti.). Postupci rješavanja nekih parcijalnih diferencijalnih jednadžbi. (Klasične i numeričke metode rješavanja parcijalnih diferencijalnih jednadžbi (Laplaceova, Makswellova, Poissonova i druge parcijalne diferencijalne jednadžbe koje se pojavljuju u teoriji elastičnosti i plastičnosti. Inkrementalna teorija elastičnosti i plastičnosti. (Rješavanje različitih linearnih i nelinearnih rubnih zadaća mehanike kontinuuma primjenom inkrementalnih postupaka.) / *Obvezna literatura*: Z. Kostrenčić: Teorija elastičnosti, Školska knjiga, Zagreb, 1982.; J. Brnić: Elastomehanika i plastomehanika, Školska knjiga, Zagreb, 1996. / *Preporučena literatura*: I. Aganović; K. Veselić: Jednadžbe matematičke fizike, Školska knjiga Zagreb, 1985.; C. A. Brebbia and A. J. Ferrante: Computational Methods for the Solution of Engineering Problems, Pentech Press, London, 3rd revised edition, 1986.; N. S. Bakhvalov: Numerical Methods, MIR Publishers – Moscow, 1977.; W. F. Ames: Nonlinear Partial Differential Equations in Engineering, Volume II, Academic Press, New York – London, 1972.

2816 Stohastička analiza konstrukcija (2+1) 4,5

Osnovni pojmovi teorije vjerojatnosti. Slučajne varijable, Funkcije slučajnih varijabli, Slučajne funkcije. Pojam neodređenosti ulaznih parametra pri analizi konstrukcija. Konstrukcije opisane jednom slučajnom varijablom. Konstrukcije opisane s više slučajnih varijabli. Stohastička metoda konačnih elemenata. Primjena rezultata u proračunu pouzdanosti konstrukcija. Operacije sa slučajnim varijablama. Primjena neodređenosti na gredne nosače. Primjena stohastičke metode konačnih elemenata na gredni nosač. Numerički primjer stohastičke metode konačnih elemenata. Presentacija studentskih radova. / *Obvezna literatura*: I. Elishakoff: Probabilistic Theory of Structures Skripta (u pripremi) / *Preporučena literatura*: A. Haldar, A. Guran, B. M. Ayyub: Uncertainty Modelling in Finite Element, Fatigue and Stability of Systems; A. Haldar, S. Mahadevan: Reliability Assessment Using Stochastic Finite Element Analysis.

2817 Posebna poglavlja teorije stabilnosti (2+1) 4,5

Statički, energijski i dinamički pristup problemu stabilnosti. Pregled energijskih principa i njihova primjena. Stabilnost u post-kritičnom području. Proboj („Snap-through“). Okviri. Ploče. Cilindrične ljuske. Lokalno izbočavanje. Problemi višestrukih svojstvenih vrijednosti. Osnove teorije bifurkacije i teorije. Koiterova teorija. katastrofe. Dinamička stabilnost i stabilnost nekonzervativnih sustava. Problemi aerodinamičke stabilnosti (divergencija, flutter, Karmanov efekt). Beckov problem („Follower forces“). Parametarske oscilacije, parametarska rezonancija. Fazni sustav. Poincareove mape. Kaos u determinističkim sustavima / *Obvezna literatura*: J. Dvornik, V. Raduka, Bilješke iz predavanja; S. Timošenko, Teorija elastične stabilnosti, Naučna knjiga, 1952. / *Preporučena literatura*: Z. P. Bažant, L. Cedolin, Stability of structures, Oxford University Press, 1991.; J. M. T. Thompson, G. W. Hunt, A general theory of Elastic Stability, John Willey & Sons, 1973.

2818 Osnove mehanike loma (2+1) 4,5

Uvod i povijesni razvoj mehanike loma. Fizika loma. Idealna čvrstoća materijala. Duktilnost i krhkost. Načini propagacije pukotina. Osnovne definicije. Linearno elastična mehanika loma (LEFM): Osnovne jednačbe. Utjecaj pukotina na koncentraciju naprezanja. Griffithov uvjet za razvoj pukotine (energetski pristup) i Irwinova modifikacija. Brzina oslobođanja energije (G). Nestabilnost pukotine i „R“ krivulje. Osnovni oblici razvoja pukotine. Polje naprezanja i pomaka u okolišu vrha pukotine. Faktor intenziteta naprezanja (K) i njegovo značenje. Funkcije geometrije (faktori oblika). Kriteriji loma. Žilavost loma. Žilavost materijala. Odnos između faktora intenziteta naprezanja i oslobođene energije loma. Eksperimentalne metode određivanja parametara LEFM-a. Elasto-plastična mehanika loma (EPFM): Područje plastičnosti u vrhu pukotine. Dugdaleov model za elasto-plastične materijale. Otvaranje pukotine u vrhu (CTOD). Rice-ov konturni integral. Veza između CTOD i konturnog integrala Ricea. Stabilni i nestabilni razvoj pukotine. Kriteriji loma. Eksperimentalno određivanje parametara EPFM-a. Mehanizmi loma metala, duktilni lom. Mehanizmi loma nemetala (plastični materijali, keramika, beton i kamen). Kvazi-krhki lom. / *Obvezna literatura*: Anderson, T. L.: Fracture mechanics: Fundamentals and Applications, CRC Press LLC, 2000 N. W. Corporate Blvd., Boca Raton, Florida, 1995.; Šumarac, D., Krajčinović, D.: Osnovi mehanike loma, Naučna knjiga, Beograd, 1990.; Šimić, V.: Otpornost materijala II, Školska knjiga, Zagreb, 2002./ *Preporučena literatura*: Knott, J. F.: Fundamentals of Fracture Mechanics, Butterworths, Printed in Great Britain by Page Bros., Norwich, 1973. (Reprinted 1981.); Parton, V. Z. & Morozov, E. M.: Elastic-Plastic Fracture Mechanics, „Nauka“, Moscow, 1974., Prijevod na engleski

„Mir Publishers“, Moscow, 1978.; Karihaloo, B. L.: Fracture mechanics & Structural Concrete, Concrete Design & Construction Series, Sidney, 1995.

BOLONJSKI PROCES

Bolonjski proces reforma je visokog školstva u Europi. Nazvan je prema Bolonjskoj deklaraciji koju su 19. lipnja 1999. potpisali predstavnici 29 europskih zemalja. Bolonjsku deklaraciju do sada je potpisalo 40 država, među njima i Republika Hrvatska 2001., a sve radi stvaranja zajedničkog europskog prostora visokog obrazovanja.

Ciljevi Bolonjske deklaracije jesu:

- prihvaćanje sustava lako prepoznatljivih i usporedivih akademskih i stručnih stupnjeva te uvođenje dodataka diplomu radi bržeg i lakšeg zapošljavanja i međunarodne konkurentnosti;

Na kraju završenog studija uz završnu ispravu dobiva se i poseban dodatak (**Diploma Supplement**) koji sadrži popis svih položenih predmeta i njihovu ECTS bodovnu vrijednost.

Dodatak sadržava odredbe koje nisu navedene u završnoj ispravi, a važne su za razumijevanje programa završenog studija i postignute razine obrazovanja da bi se što lakše mogli usporediti završeni studiji.

- prihvaćanje jedinstvenog sustava triju ciklusa studiranja: preddiplomskog, diplomskog i poslijediplomskog (specijalističkog i doktorskog);

Prvi ciklus (*BA – preddiplomski studij – prvostupnik/prvostupnica*)

Prvi ciklus završava osnovnom kvalifikacijom koja omogućava izlazak na tržište rada, ali i priprema studente za daljnji studij.

Drugi ciklus (*MA – diplomski studij – magistar/magistrica*)

Drugi ciklus pruža studentima daljnju mogućnost specijalizacije na smjerovima iz istog ili nekog drugog polja znanosti.

Završetkom drugog stupnja odnosno završetkom diplomskog studija, studenti stječu naslov magistra te su spremni za tržište rada ili za poslijediplomski studij.

Treći ciklus (*poslijediplomski studij, doktorski/specijalistički*)

- uvođenje bodovnog sustava (ECTS);

Europski sustav prijenosa bodova (European Credit Transfer System) zapravo su kreditni bodovi, a njihova vrijednost iskazuje opterećenje

studenta potrebno da bi se dovršila neka studijska jedinica – predmet. Ti bodovi izražavaju ukupnu količinu rada za svaki pojedini predmet u odnosu na ukupnu količinu rada potrebnu za završetak akademske godine (a to uključuje predavanja, seminare, praktične radove u laboratoriju, knjižnici, kući i sl., a uključene su i pripreme i sudjelovanja na ispitima). U sustavu ECTS bodovanja jedna akademska godina iznosi 60 bodova, što je ukupno radno opterećenje studenata tijekom godine, a jedan semestar iznosi 30 bodova. Bitno je naglasiti da se bodovi mogu dobiti i vrijede samo ako je student uspješno položio ispit ili obavio neki drugi oblik provjere znanja.

Opterećenje studenta tijekom akademske godine iznosi oko 1500 do 1800 radnih sati, odnosno u sustavu ECTS bodovanja, 60 ECTS bodova za jednu studijsku godinu. Iz toga proizlazi da jedan ECTS bod vrijedi 25-30 radnih sati.

- promicanje mobilnosti, prevladavanje zapreka slobodnom kretanju studenata i nastavnika;

Studentska mobilnost odnosi se ponajprije na razdoblje studiranja izvan matičnog sveučilišta te na povratak nakon uspješnog studiranja na drugom sveučilištu u zemlji ili u inozemstvu.

Mobilnost se dijeli na:

- **Horizontalnu mobilnost** – studenti provode određeno vrijeme studirajući na nekom drugom sveučilištu u zemlji ili u inozemstvu;
- **Vertikalnu mobilnost** – studenti završe cijeli studij u nekoj drugoj zemlji.

- uspostava nacionalnog sustava praćenja i jamstva kvalitete te promicanje europske suradnje u tom segmentu;

Sustav osiguranja kvalitete omogućava trajno praćenje i poboljšanje kvalitete studijskih programa kroz akademsku godinu (kvaliteta nastavnog plana i programa, načina izvođenja nastave i rada profesora, tehničke opremljenosti, dostupnost informacija itd.).

Preduvjet za uvođenje sustava kvalitete jest uvođenje usporedivih metoda i kriterija za procjenjivanje kvalitete istraživačkog rada i visokoškolske nastave. Prepoznajući kvalitetu kao osnovni preduvjet ostvarivanja ciljeva Bolonjske deklaracije Europska je komisija 1998. preporučila ostvarivanje jače suradnje na ovom polju te je osnovala Europsku mrežu za osiguravanje kvalitete u visokom obrazovanju (ENQA).

- promicanje potrebne europske dimenzije u području visokog školstva.

To se odnosi na promoviranje europskog prostora visokoškolskog obrazovanja u razvoju nastavnih programa, u međuinstitucijskoj suradnji,

programima mobilnosti i integriranim programima studija, u usavršavanju i istraživanju.

Želja je da Europska unija postane najkompetitivnije i najdinamičnije društvo znanja u svijetu, sposobno za održivi ekonomski razvoj s više kvalitetnog posla i većom socijalnom kohezijom. Taj cilj realizirat će se većim ulaganjem u obrazovanje te podizanjem kvalitete obrazovnog sustava. S tim u vezi Europska komisija inicirala je različite programe i fondove za promicanje pokretljivosti studenata, nastavnika i administrativnog osoblja. Oni su otvoreni građanima članicama Europske unije, a neki i građanima zemalja kandidatkinja za članstvo u Europskoj uniji (Republika Hrvatska).

POPIS PREDMETA

PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

Šifra predmeta	Naziv predmeta
1008	Osnove prava za građevinare
1009	Geodezija
1010	Strani jezik
1011	Tjelesna kultura
1124	Primijenjena geologija
1128	Mehanika tla i stijena
1133	Geotehničko inženjerstvo
1219	Mehanika tekućina
1223	Hidrologija
1225	Zaštita okoliša
1229	Opskrba vodom i odvodnja 1
1230	Zaštita voda
1245	Hidrotehničke građevine
1301	Uvod u graditeljstvo
1332	Betonske i zidane konstrukcije
1341	Metalne konstrukcije
1342	Mostovi
1343	Drvene konstrukcije
1344	Lagane konstrukcije
1403	Matematika 1
1404	Deskriptivna geometrija
1405	Osnove inženjerske informatike 1
1406	Fizika
1411	Matematika 2
1414	Vjerojatnost i statistika
1416	Osnove inženjerske informatike 2

Šifra predmeta	Naziv predmeta
1515	Poznavanje materijala
1521	Gradiva
1522	Osnove tehnologije betona
1607	Sociologija rada i profesionalna etika
1609	Poslovna ekonomija
1631	Građevinska regulativa
1635	Tehnologija građenja visokogradnja
1636	Tehnologija građenja niskogradnja
1640	Organizacija građenja
1646	Terenska nastava
1734	Ceste
1739	Željeznice
1812	Mehanika 1
1817	Otpornost materijala 1
1820	Mehanika 2
1826	Otpornost materijala 2
1827	Građevna statika 1
1837	Građevna statika 2
1838	Numeričko modeliranje konstrukcija
1902	Povijest graditeljstva
1913	Visokogradnje

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

Šifra predmeta	Naziv predmeta
2020	Strani jezik
2101	Geotehnički laboratorij
2102	Procesi tečenja u tlu i stijeni
2103	Mehanika tla
2104	Mehanika stijena
2105	Temeljenje
2106	Numeričko modeliranje u geotehnici
2107	Primijenjena geologija
2108	Terenska ispitivanja i opažanja
2109	Nasute i potporne građevine
2110	Hidrogeologija i inženjerska geologija
2111	Podzemne građevine
2112	Geotehnika i zaštita okoliša
2113	Dinamika tla
2114	Geotehnički projekt
2115	Ojačanje tla i stijena
2201	Hidraulika
2202	Hidrologija 2
2203	Regulacije vodotoka
2204	Opskrba vodom i odvodnja 1
2205	Zaštita voda
2206	Plovni putevi i luke
2207	Hidrotehničke melioracije 1
2208	Korištenje vodnih snaga
2209	Zaštita okoliša
2210	Hidrotehnički sustavi
2211	Opskrba vodom i odvodnja 2
2212	Urbana hidrologija
2213	Pročišćavanje voda
2214	Modeliranje u hidrotehnici

Šifra predmeta	Naziv predmeta
2215	Hidrotehničke melioracije 2
2216	Postupci zaštite od voda
2217	Projektiranje u hidrotehnici
2218	Biološke vodogradnje
2219	Hidrotehnička zaštita prometnica
2220	Eksperimentalna hidraulika
2221	Posebni hidroenergetski sustavi
2222	Pomorske građevine
2301	Prednapeti beton
2302	Mostovi II
2303	Metalne konstrukcije II
2304	Pouzdanost konstrukcija
2305	Betonske i zidane konstrukcije II
2306	Metalne konstrukcije III
2307	Drvene konstrukcije II
2308	Trajnost konstrukcija I
2309	Montažne armiranobetonske konstrukcije
2310	Primijenjena metalurgija
2311	Betonske konstrukcije III
2312	Mostovi III
2313	Stabilnost konstrukcija
2314	Trajnost konstrukcija II
2315	Visoke građevine
2316	Specijalne inženjerske građevine
2317	Spregnute konstrukcije
2318	Potresno inženjerstvo
2319	Konstrukcije
2401	Matematika 3
2402	Stohastički procesi
2403	Osnove diferencijalne geometrije
2404	Numerička matematika
2405	Perspektiva

Šifra predmeta	Naziv predmeta
2406	Valovi i titranja
2501	Teorija i tehnologija betona
2502	Građevinska fizika
2503	Trajnost konstrukcijskih materijala
2504	Posebni betoni i tehnologije
2505	Projektiranje eksperimenata
2506	Betoni visokih uporabnih svojstava
2507	Predgotovljeni sustavi
2508	Nerazorna ispitivanja
2509	Zaštita od požara
2510	Tehnologija sanacija i ojačanja
2511	Upravljanje kvalitetom
2512	Betoni prometnica
2513	Hidrotehnički betoni
2514	Numeričko modeliranje u inženjerstvu materijala
2601	Metode istraživačkog rada
2602	Organizacija građenja 2
2603	Upravljanje održavanjem građevina
2604	Metode optimalizacije u građevinarstvu
2605	Proučavanje rada
2606	Tehnologija građenja 1
2607	Menadžment u građevinarstvu
2608	Upravljanje građevinskim projektima
2609	Građevinski poslovni sustavi
2610	Metode planiranja
2611	Stručna praksa
2612	Upravljanje ljudskim potencijalima
2613	Tehnologija građenja 2
2614	Investicijska politika
2615	Organizacija rada i proizvodnje
2616	Tehnologija proizvodnje materijala

Šifra predmeta	Naziv predmeta
2617	Poslovno upravljanje u graditeljstvu
2618	Sociologija organizacije
2619	Građevinski strojevi 1
2620	Gospodarenje građevinama
2621	Praćenje i kontrola gradnje
2701	Prometna buka
2702	Prometna tehnika
2703	Projektiranje cesta
2704	Projektiranje i građenje željeznica
2705	Kolničke konstrukcije
2706	Gornji ustroj željeznica
2707	Donji ustroj prometnica
2708	Cestovna čvorišta
2709	Prometni tuneli
2710	Aerodromi
2711	Oprema prometnica
2712	Prometni sustavi
2713	Odvodnja prometnica
2714	Metode poboljšanja tla
2715	Gospodarenje kolnicima
2716	Gradske prometnice
2717	Promet u mirovanju
2718	Održavanje kolosijeka
2801	Mehanika materijala
2802	Nelinearna statika štapnih konstrukcija
2803	Teorija elastičnosti i plastičnosti
2804	Dinamika konstrukcija i potresno inženjerstvo
2805	Eksperimentalne metode 1
2806	Teorija kompozita
2807	Plošni nosači
2808	Teorija stabilnosti
2809	Ispitivanje konstrukcija

Šifra predmeta	Naziv predmeta
2810	Numeričke metode u proračunu konstrukcija
2811	Posebna poglavlja otpornosti materijala
2812	Metoda konačnih elemenata
2813	Programiranje postupaka proračuna konstrukcija
2814	Polimeri
2815	Metode teorije elastičnosti i plastičnosti
2816	Stohastička analiza konstrukcija
2817	Posebna poglavlja teorije stabilnosti
2818	Osnove mehanike loma
2820	Dinamika konstrukcija
2901	Prometne zgrade

