



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
METALURŠKI FAKULTET

UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF METALLURGY

# **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STRUČNI IZVANREDNI STUDIJ LJEVARSTVO**

**- PROGRAM PREDMETA -**

**- dopunjeno i promijenjeno izdanje -**

**Sisak, 2017.**

## SADRŽAJ

Analiza grešaka na odljevcima	4
Engleski jezik I i II	6
Fizika	8
Inženjerstvo površina	10
Ispitivanje materijala	12
Kemijske analize i mjerenja u ljevarstvu	15
Korozija i zaštita odljevaka	17
Lijevanje aluminijskih poluproizvoda	19
Matematika	22
Metalografska analiza	24
Opća i anorganska kemija	26
Osnove fizikalne metalurgije	28
Osnove modeliranja u ljevarstvu	31
Osnove skrućivanja i razvoja mikrostrukture	33
Peći u ljevarstvu i vatrostalni materijali	35
Primjena informatičkih tehnologija u ljevarstvu	37
Projektiranje sustava ulijevanja i napajanja	40
Razvrstavanje i svojstva ljevarskih slitina	43
Tehničko crtanje i elementi strojeva	45
Tehnologija izrade kalupa i jezgara	47
Tehnologija lijevanja željeznih metala	50
Tehnologija lijevanja obojenih metala	53
Tehnologija taljenja i kontrola kvalitete taline	56

Termodinamika i kinetika metalurških procesa	59
Toplinska obrada	61
Toplotehnika	64
Upravljanje kvalitetom	66
Uvod u poduzetništvo	68
Zavarivanje	70
Zbrinjavanje i uporaba ljevaoničkih materijala	73

**Naziv predmeta: ANALIZA GREŠAKA NA ODLJEVCIMA**

**ISVU ŠIFRA:** 157493

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 3

**Semestar:** 5

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+0+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 15

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** sposobnost prepoznavanja i analize grešaka na odljercima, sposobnost pronalaženja mogućih uzroka nastajanja grešaka na odljercima, sposobnost definiranja mjera za sprječavanje nastanka grešaka na odljercima.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Osnove skrućivanja i razvoja mikrostrukture, Tehnologija izrade kalupa i jezgara, Tehnologija taljenja i kontrola kvalitete taline, Tehnologija lijevanja željeznih metala, Tehnologija lijevanja obojenih metala, Projektiranja sustava ulijevanja i napajanja.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** prepoznati vrstu greške na odljevku, objasniti mehanizam nastanka greške na odljevku i predložiti metode za izbjegavanje nastanka grešaka na odljercima.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** prepoznati vrstu greške na odljevku, objasniti mehanizam nastanka greške na odljevku, analizirati uzroke nastanka greške, predložiti metode za izbjegavanje nastanka greške, procijeniti uspješnost primijenjene metode za uklanjanje greške.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Klasifikacija grešaka na odljercima (2); Utjecaj grešaka na svojstva odljevaka (3); Greške na odljercima koje se pripisuju ulijevanju i tečenju taljevine, površinskoj nepravilnosti, reakciji s kalupnim materijalom i skrućivanju (6); In situ detekcija i promatranje grešaka na odljercima (1); Najznačajnije tehnologije lijevanja i s njima povezane karakteristične greške (4); Analiza mehanizama nastanka grešaka na odljercima (5); Reakcija taljevine sa okolinom (2); Plinovi u željeznim i neželjeznim ljevovima (2); Vrste, reakcije i kontrola nastanka uključaka u željeznim i neželjeznim ljevovima (3); Mjere za proizvodnju odljevaka bez grešaka (2).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** uredno pohađati nastavu (> 70,0 % predavanja).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (4,5 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave i na kolokvijima te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Prepoznati vrstu greške na odljevku	1. kolokvij, 2. kolokvij
2.	Objasniti mehanizam nastanka greške na odljevku	1. kolokvij, 2. kolokvij
3.	Analizirati uzroke nastanka greške	1. kolokvij, 2. kolokvij
4.	Predložiti metode za izbjegavanje nastanka greške	1. kolokvij, 2. kolokvij
5.	Procijeniti uspješnost primijenjene metode za uklanjanje greške	1. kolokvij, 2. kolokvij

**Obvezna literatura:**

1. Z. Glavaš, Analiza grešaka na odljencima, nastavni tekst postavljen na internet stranicu Metalurškog fakulteta, 2010.
2. S. Hasse, Pogreške na odljencima, Hrvatsko udruženje za ljevarstvo, Zagreb, 2003.

**Dopunska literatura:**

1. M. T. Rowley, International Atlas of Casting Defects, AFS, 1990.
2. ..., Aluminium Permanent Mold Handbook, AFS, Des Plaines, Illinois, 2001.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: ENGLESKI JEZIK I i II**

**ISVU ŠIFRA:** 150651; 150659

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 1

**Semestar:** 1 i 2

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 3

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 1+1+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 20

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** sposobnost usmene komunikacije na jeziku struke, sposobnost pismene komunikacije na jeziku struke, razumijevanje jezika struke, sposobnost primjene gramatičkih struktura i principa tipičnih za jezik struke.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanje drugog jezika, sposobnost timskog rada, sposobnost komunikacije s osobama koje nisu stručnjaci, sposobnost rada u međunarodnom kontekstu.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** izražavati se na općem jeziku te na elementarnom nivou koristiti jezik struke.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** usporediti i objasniti opći jezik i jezik struke na temelju odabranih tekstova i tematskih cjelina, prepoznati i objasniti gramatičke strukture i principe tipične za jezik struke iz primjera (glagolska vremena, određeni i neodređeni član, komparacija pridjeva, odnosno rečenice), primijeniti gramatičke strukture i aspekte u pismenim vježbama, pismeno formulirati sažetak teksta, argumente i definicije.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Sadržaj kolegija je osmišljen tako da budu ravnopravno zastupljene sve četiri razine učenja jezika: čitanje, pisanje, slušanje i govor. Jezična analiza teksta kroz pitanja i odgovore (6); Kritičko čitanje raznih tipova tekstova ili odlomaka (6); Razrada teksta (2); Pisanje bilješki i sažetka (5); Pisanje kraćih eseja (3); Razlikovanje formalnog od neformalnog stila pisanja (1); Pravila za samo ispravljanje (Proofreading) (1); Usmeno izlaganje (6).

Vježbe: Prevođenje stručnih tekstova iz područja ljevarstva (20); Komunikacija (10).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** uredno pohađati nastavu (> 80,0 % predavanja i vježbi), položiti usmeni i pismeni ispit.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje i sudjelovanje u nastavi (0,4 ECTS boda), pismeni ispit (1,3 ECTS boda), usmeni ispit (1,3 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na usmenom i pismenom ispitu i uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Usporediti i objasniti opći jezik i jezik struke na temelju odabranih tekstova i tematskih cjelina	Vježbe na primjerima, ciljana komunikacija na stranom jeziku na nastavi
2.	Prepoznati i objasniti gramatičke strukture i principe tipične za jezik struke iz primjera (glagolska vremena, određeni i neodređeni član, komparacija pridjeva, odnosne rečenice)	Vježbe na primjerima, ciljana komunikacija na stranom jeziku na nastavi
3.	Primijeniti gramatičke strukture i aspekte u pismenim vježbama	Vježbe na primjerima, ciljana komunikacija na stranom jeziku na nastavi
4.	Pismeno formulirati sažetak teksta, argumente i definicije	Vježbe na primjerima, ciljana komunikacija na stranom jeziku na nastavi

**Obvezna literatura:**

1. L. Šestić, English for Metallurgists, Zenica, 1985.
2. E. D. Zemach, A. L. Rumisek, Academic Writing from Paragraph to Essay, Macmillan, 2003.
3. J. van Emden, Effective Communication for Science and Technology, PALGRAVE Publishers Ltd., 2001.

**Dopunska literatura:**

1. Recent News in Metallurgy from the Internet (tekstovi i prema izboru studenata).

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: FIZIKA**

**ISVU ŠIFRA:** 150646

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 1

**Semestar:** 1

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 6

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 3+2+0+2

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 20

**Razina primjene e-učenja:** razina 2

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 10,0 %

**Ciljevi predmeta:** upoznati studente s temeljnim zakonima fizike i njihovom praktičnom primjenom u problemima vezanim uz pitanja lijevanja metala.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** srednjoškolsko gradivo iz fizike i matematike.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** objasniti i razumijeti proces lijevanja i skrućivanja metalnih odljevaka u jednokratnim i trajnim kalupima, poznavanje fizičkih osnova pojava u prirodi i sposobnost identifikacije fizičkih veličina koje sudjeluju u procesu koji se promatra.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** definirati osnovne fizikalne veličine i mjerne jedinice, opisati slijedeće pojmove: masa, sila, rad, energija, tlak i temperatura, definirati osnovne postavke strukture tvari, ispitati dimenzije komponente, ispitati masu, gustoću i viskoznost tvari, primijeniti naučene spoznaje na rješavanje jednostavnijih zadataka.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Fizikalne veličine (2); Međunarodni sustav jedinica (SI) (2); Kinematika i dinamika čestica (3); Masa (2); Sila (2); Newtonovi zakoni (3); Mehanički rad (2); Energija (3); Zakoni očuvanja (3); Deformacija tijela (3); Mehanika fluida (4); Titranje i valovi (2); Tlak i temperatura: toplinski procesi (4); Zakoni termodinamike (4); Elektricitet i magnetizam (3); Struktura tvari (3).

Vježbe: Mjerenje pomičnim mjerilom i mikrometarskim vijkom (2); Provjeravanje II Newtonovog zakona (2); Određivanje mase vaganjem (2); Mjerenje gustoće (2); Mjerenje viskoznosti (2); Određivanje latentne topline taljenja (4); Baždarenje termoelemenata (4); Mjerenje elektromotorne sile (4); Numeričke vježbe (8).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, mješovita nastava.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i obaviti vježbe.



**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,35 ECTS bodova), kolokviji (3,0 ECTS boda), usmeni ispit (2,65 ECTS bodova).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Ishodi učenja na razini studijskog programa kojima predmet pridonosi	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Definirati osnovne fizičke veličine i mjerne jedinice,	kolokvij, pismeni i usmeni ispit
2.	Opisati slijedeće pojmove: masa, sila, rad, energija, tlak i temperatura	kolokvij, pismeni i usmeni ispit
3.	Definirati osnovne postavke strukture tvari, ispitati dimenzije komponente, ispitati masu, gustoću i viskoznost tvari	seminarski rad, laboratorijske vježbe, usmeni ispit
4.	Primijeniti naučene spoznaje na rješavanje jednostavnijih zadataka	kolokvij, pismeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. P. Kulišić, Mehanika i toplina, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
2. N. Cindro, Fizika I, II, Školska knjiga, Zagreb, 1988.

**Dopunska literatura:**

1. P. Kulišić i sur., Elektromagnetske pojave i struktura tvari, Školska knjiga, Zagreb, 2003.
2. N. Cindro, P. Colić, Fizika, Školska knjiga, Zagreb, 1996.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: INŽENJERSTVO POVRŠINA**

**ISVU ŠIFRA:** 157501

**Status predmeta:** izborni

**Godina studija:** 3

**Semestar:** 5

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 4

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+0+1+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 15

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** razumijevanje mehanizama inženjerstva površina lijevanih željeznih i neželjeznih slitina, sposobnost definiranja postupka površinske obrade odljevaka ovisno o uvjetima njihove primjene.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** poznavanje svojstava i područja primjene odljevaka od željeznih i neželjeznih ljevova.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** izabrati odgovarajući postupak prevlačenja ili modificiranja površine odljevka ovisno o uvjetima uporabe odljevka.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** objasniti mehanizme pojedinih postupaka prevlačenja i modificiranja površine odljevaka, analizirati rezultate dobivene primjenom pojedinog postupka prevlačenja, odnosno modificiranja, procijeniti uspješnost primijenjenog postupka prevlačenja, odnosno modificiranja.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Podjela postupaka modificiranja i prevlačenja površina (1); Osnovne fizikalno-kemijske zakonitosti pojedinih postupaka modificiranja i prevlačenja (4); Mehanička površinska obrada odljevaka (sačmarenje) (2); Postupci modificiranja površina površinskim kaljenjem (plameno i indukcijско kaljenje, kaljenje laserom i elektronskim snopom) (3); Postupci termokemijske obrade (pougljičavanje, nitriranje, karbonitriranje, nitrokarburiranje, boriranje) (6); Nanošenje metalnih prevlaka (vruće uranjanje, navarivanje i naštrcavanje, difuzijska metalizacija) (5); Postupci nanošenja prevlaka iz parne faze (CVD i PVD postupci) (3); Postupci nanošenja nemetalnih anorganskih prevlaka (3); Postupci nanošenja organskih prevlaka (3).  
Seminarski rad: Detaljnije upoznavanje s pojedinim postupcima površinske obrade odljevaka, njihovim prednostima i nedostacima (3); Izrada seminarskog rada za pojedini postupak modificiranja ili prevlačenja površine odljevaka od željeznih ili neželjeznih ljevova (12).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i seminarski rad, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i izraditi seminarski rad.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,3 ECTS boda), seminarski rad (0,7 ECTS bodova), kolokviji (1,5 ECTS bod), usmeni ispit (1,5 ECTS bod).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi, seminarski rad i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na seminarskom radu, kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Objasniti mehanizme pojedinih postupaka prevlačenja i modificiranja površine odljevka	Kolokviji i usmeni ispit
2.	Analizirati rezultate dobivene primjenom pojedinog postupka prevlačenja, odnosno modificiranja	Kolokviji i usmeni ispit
3.	Procijeniti uspješnost primjenjenog postupka prevlačenja, odnosno modificiranja	Kolokviji i usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. M. Gojić, Površinska obradba materijala, Metalurški fakultet Sisak, 2010.
2. I. Esih, Osnove površinske zaštite, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2003.

**Dopunska literatura:**

1. T. Filetin, K. Grilec, Postupci modificiranja i prevlačenja površina, Hrvatsko društvo za materijale i tribologiju, Zagreb, 2004.
2. D. Krumes, Površinske toplinske obrade i inženjerstvo površine, Strojarski fakultet Slavonski Brod, Sveučilište u Osijeku, Slavonski Brod, 2004.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: ISPITIVANJE MATERIJALA**

**ISVU ŠIFRA:** 157134

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 4

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+2+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 3,0 %

**Ciljevi predmeta:** vladanje osnovnim metodama mehaničkih, tehnoloških i nerazornih ispitivanja odljevaka, sposobnost analize rezultata ispitivanja svojstava odljevaka i povezivanja s kemijskim sastavom i mikrostrukturnim svojstvima, sposobnost analize grešaka na odljencima na osnovi rezultata ispitivanja.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** poznavanje vrsti i svojstava željeznih i neželjeznih ljevova i mjesta primjene.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** analizirati rezultate ispitivanja mehaničkih svojstava metalnih materijala, analizirati rezultate nerazornih metoda ispitivanja metalnih materijala, povezati mikrostrukturu i uporabna svojstva odljevaka.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** definirati mehanička i fizikalna svojstva metalnih materijala, definirati metodologiju uzimanja uzoraka za ispitivanje, izabrati odgovarajuću metodu za ispitivanje svojstava metalnih materijala i otkrivanje grešaka na odljencima, analizirati rezultate ispitivanja svojstava metalnih materijala, analizirati rezultate nerazornih metoda ispitivanja metalnih materijala, preporučiti korektivne mjere u procesu proizvodnje u cilju postizanja propisanih svojstava odljevaka.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Fizikalna i fizikalno-kemijska svojstva materijala na kojima se zasnivaju instrumentalne metode (2); Uzorkovanje (1); Mehanička ispitivanja: kratkotrajna statička ispitivanja (vlačna, tlačna, savojno i uvojno ispitivanje), dugotrajna statička ispitivanja (puzanje), kratkotrajna dinamička ispitivanja (udarni rad loma), dugotrajna ispitivanja (umor materijala), ispitivanje tvrdoće (10); Tehnološka ispitivanja (2); Nerazorna ispitivanja (2); Greške u kovinskim materijalima (2); Optička ispitivanja (endoskopija i boroskopija) (1); Ispitivanje rendgenskim i  $\gamma$  zrakama (2); Ispitivanje ultrazvukom (2); Magnetska ispitivanja (1); Ispitivanje penetrantima (1); Norme za ispitivanje svojstava materijala (4).

Vježbe: Statički vlačni pokus (4); Ispitivanje udarnog rada loma (3); Ispitivanje tvrdoće (3); Tehnološka ispitivanja (2); Optičko ispitivanje (endoskopsko i boroskopsko) (1); Magnetsko ispitivanje (2); Ultrazvučno ispitivanje (3); Penetrantsko ispitivanje (2); Posjet industrijskim postrojenjima i upoznavanje s primijenjenim metodama ispitivanja (10).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i obaviti vježbe.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Definirati mehanička i fizikalna svojstva metalnih materijala	1. kolokvij, pismeni ispit, usmeni ispit
2.	Definirati metodologiju uzimanja uzoraka za ispitivanje	1. kolokvij, pismeni ispit, usmeni ispit
3.	Izabrati odgovarajuću metodu za ispitivanje svojstava metalnih materijala i otkrivanje grešaka na odljevcima	2. i 3. kolokvij, pismeni ispit, usmeni ispit
4.	Analizirati rezultate ispitivanja svojstava metalnih materijala	Vježbe 2.-6.
5.	Analizirati rezultate nerazornih metoda ispitivanja metalnih materijala	Vježbe 7.-10.
6.	Preporučiti korektivne mjere u procesu proizvodnje u cilju postizanja propisanih svojstava odljevaka	3. kolokvij, pismeni ispit, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. S. Rešković, Ispitivanje materijala, nastavni tekst postavljen na internet stranicu Metalurškog fakulteta, Sisak 2009.
2. I. Vitez, Ispitivanje mehaničkih svojstava metalnih materijala, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavanskom brodu, Slavonski Brod, 2006.

**Dopunska literatura:**

1. M. Franz, Mehanička svojstva materijala, FSB, Zagreb, 1998.
2. V. Krstelj, Ultrazvučna kontrola, FSB, Zagreb 2003.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: KEMIJSKE ANALIZE I MJERENJA U LJEVARSTVU**

**ISVU ŠIFRA:** 150657

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 1

**Semestar:** 2

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+2+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 20

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** glavni cilj predmeta je upoznavanje studenata s osnovama kemijske analize, tj. načelima posebno važnim za analitičku kemiju i njihovo uvođenje u široki spektar suvremenih analitičkih metoda te postupcima mjerenja u ljevarstvu. Radom u laboratoriju omogućit će se stjecanje vještina koje su potrebne za dobivanje kvalitetnih analitičkih podataka.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Opća i anorganska kemija.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** odrediti temperaturu i aktivitet kisika u talini, odrediti kemijski sastav ljevarskih slitina analitičkim tehnikama, ispitati kemijski sastav i metaluršku kvalitetu taline.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** pripremiti analitički uzorak, provesti kvalitativnu i kvantitativnu kemijsku analizu uzorka, odrediti kemijski sastav uzorka ljevarske legure analitičkim tehnikama, odrediti temperaturu taline, odrediti aktivitet kisika u talini.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Kemijska analiza, Uzorak, (2); Uzorkovanje čvrstog uzorka, Uzorkovanje tekućina, Uzorkovanje plinova (2); Priprema analitičkog uzorka, Otapanje, Taloženje, Separacija i izolacija analita, (2); Vodljivost (općenito, metode, metalurškog otpada), pH-vrijednost (općenito, metode, metalurškog otpada), (2); Radioaktivnost (općenito, metode, metalurški materijali), (2); Ispitivanje ljevaoničkog pijeska, (4); Temperatura taline, Aktivitet kisika u talini, (4); Analiza plinova u metalurškim procesima, (3); Pregled fizikalno- kemijskih metoda analize, Optičke metode, Elektrokemijske metode, (3); Termometrijske metode, (2); Radioaktivne metode, Ostale metode, (2); Instrumenti na Metalurškom fakultetu (2).

Vježbe: Dokazivanje kationa, (4); Dokazivanje legura, (4); Kiseljenje pijeska, (2); Gubitak žarenjem kromita, (4); Utvrđivanje kromita u kvarcnom pijesku, (4); Mjerenje pH i

vodljivosti eluata, (2); Toplinska analiza, (4); Upotreba metalurškog otpada za pročišćavanje otpadnih voda (4); Obilazak ljevaonice, (2).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i laboratorijske vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** Prisustvovanje na nastavi minimalno 70 %. Završetak laboratorijskih vježbi (napravljene sve vježbe i predani svi točni pripadajući referati).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,3 ECTS boda), vježbe (1 ECTS bod), kolokviji (1,5 ECTS bod), usmeni ispit (2,2 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi, rezultati na vježbama i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave i laboratorijskih vježbi, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Pripremiti analitički uzorak	1. kolokvij, laboratorijske vježbe, usmeni ispit
2.	Provesti kvalitativnu i kvantitativnu kemijsku analizu uzorka	1. kolokvij, laboratorijske vježbe, usmeni ispit
3.	Odrediti kemijski sastav uzorka ljevarske legure analitičkim tehnikama	2. kolokvij, laboratorijske vježbe, usmeni ispit
4.	Odrediti temperaturu taline	2. kolokvij, usmeni ispit
5.	Odrediti aktivitet kisika u talini	2. kolokvij, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, Osnove analitičke kemije, Školska knjiga, Zagreb, 1999.
2. M. Kaštelan-Macan, Kemijska analiza u sustavu kvalitete, Šk. knjiga, Zagreb, 2003.
3. A. S. Morris, Principles of Measurement and Instrumentation, Prentice Hall, London, 1988.

**Dopunska literatura:**

1. G. D. Christian, Analytical Chemistry, John Wiley and Sons, New York, 1986.
2. Odabrani radovi u časopisima i zbornicima.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).



**Naziv predmeta: KOROZIJA I ZAŠTITA ODLJEVAKA**

**ISVU ŠIFRA:** 157500

**Status predmeta:** izborni

**Godina studija:** 3

**Semestar:** 5

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 4

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+0+1+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 15

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** razumijevanje mehanizama korozije željeznih i neželjeznih slitina u raznim uvjetima primjene, sposobnost odabira odgovarajućeg postupka zaštite odljevaka ovisno o uvjetima primjene.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** temeljna znanja iz opće i anorganske kemije, poznavanje vrsti željeznih i neželjeznih ljevova i područja primjene odljevaka od željeznih i neželjeznih ljevova.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** izabrati odgovarajuću metodu zaštite odljevaka od korozije.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** objasniti mehanizme kemijske, elektrokemijske i atmosferske korozije te korozije u tlu i morskoj vodi, izdvojiti odgovarajuću metodu ispitivanja korozijskih svojstava ovisno o uvjetima primjene odljevka, izabrati odgovarajuću metodu zaštite odljevaka od korozije, ocijeniti uspješnost primijenjene metode zaštite od korozije.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Mehanizmi korozije (3); Kemijska korozija (2); Elektrokemijska korozija (2); Korozija odljevaka u posebnim radnim uvjetima (1); Atmosferska korozija (1); Korozija u tlu (1); Korozija u morskoj vodi (1); Metode korozijskih ispitivanja (1); Optička ispitivanja (1); Kemijska ispitivanja (1); Elektrokemijska ispitivanja (1); Mehanička ispitivanja (1); Posebni oblici korozijskih oštećenja (1); Korozija željeznih i čeličnih ljevova (2); Korozija aluminijskih legura (2); Zaštita od korozije vanjskim izvorom struje (1); Anodna i katodna zaštita (1); Zaštita inhibitorima (1); Zaštita metalnim prevlakama: niklanje, bakrenje, cinčanje (2); Zaštita nemetalnim prevlakama: fosfatiranje, bruniranje, emajliranje (2); Zaštita premazima: boje, lakovi i polimerne mase (2).

Seminarski rad: Detaljnije upoznavanje s pojedinim postupcima zaštite odljevaka od korozije (4); Izrada seminarskog rada o određenom postupku zaštite od korozije odljevaka od željeznih ili neželjeznih ljevova (11).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i seminarski rad, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i izraditi seminarski rad.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,3 ECTS boda), seminarski rad (1,0 ECTS bod), kolokviji (1,5 ECTS bod), usmeni ispit (1,2 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi, seminarski rad i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na seminarskom radu, kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Objasniti mehanizme kemijske, elektrokemijske i atmosfere korozije te korozije u tlu i morskoj vodi	Kolokvij, usmeni ispit
2.	Izdvojiti odgovarajuću metodu ispitivanja korozijskih svojstava ovisno o uvjetima primjene odljevka	Kolokvij, usmeni ispit
3.	Izabrati odgovarajuću metodu zaštite odljevaka od korozije	Seminarski rad
4.	Ocijeniti uspješnost primijenjene metode zaštite od korozije	Seminarski rad

**Obvezna literatura:**

1. E. Stupnišek-Lisac, Korozija i zaštita konstrukcijskih materijala, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, 2007.
2. I. Esih, Z. Dugi, Tehnologija zaštite od korozije I dio, Školska knjiga, Zagreb, 1990.
3. I. Esih, Z. Dugi, Tehnologija zaštite od korozije II dio, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1992.

**Dopunska literatura:**

1. I. Esih, Osnove površinske zaštite, Sveučilište u Zagrebu, FSB, Zagreb, 2003.
2. K. Jarić, A. Rešetić, Korozija, Korexpert, d.o.o., Zagreb, 2003.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: LIJEVANJE ALUMINIJSKIH POLUPROIZVODA**

**ISVU ŠIFRA:** 157498

**Status predmeta:** izborni

**Godina studija:** 3

**Semestar:** 5

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 4

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+0+1+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 15

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** vladanje tehnologijom i postupcima polukontinuiranog lijevanja aluminijskih trupaca i blokova, vladanje tehnologijom i postupcima kontinuiranog lijevanja aluminijskih slabova i traka.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Osnove skrućivanja i razvoja mikrostrukture i Tehnologija taljenja i kontrola kvalitete taline.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** objasniti proces polukontinuiranog i kontinuiranog lijevanja aluminijskih legura, povezati mikrostrukturna i uporabna svojstva odljevaka, objasniti i razumijeti proces lijevanja i skrućivanja metalnih odljevaka u jednokratnim i trajnim kalupima, koristiti fazne dijagrame, prepoznati vrstu greške na odljevku.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** izdvojiti gnjetljive aluminijske legure, objasniti skrućivanje i formiranje strukture tijekom polukontinuiranog i kontinuiranog lijevanja aluminijskih legura, analizirati greške na odlivenim poluproizvodima, predložiti metode za sprječavanje nastanka grešaka na odlivenim poluproizvodima, izabrati odgovarajuću tehnologiju polukontinuiranog lijevanja aluminijskih trupaca i blokova te kontinuiranog lijevanja aluminijskih slabova i traka, preporučiti odgovarajuću toplinsku obradu aluminijskih poluproizvoda.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Gnjetljive aluminijske legure (2); Skrućivanje i formiranje strukture tijekom polukontinuiranog (DC postupak) i kontinuiranog lijevanja aluminijskih legura (8); Greške na odlivenim poluproizvodima (4); Tehnologija i postupci polukontinuiranog lijevanja aluminijskih trupaca i blokova (8); Tehnologija i postupci kontinuiranog lijevanja aluminijskih slabova i traka (4); Toplinska obrada i priprema za daljnju preradu odlivenih aluminijskih poluproizvoda (4).

Seminarski rad: Detaljnije upoznavanje karakteristika pojedinih postupaka i faza u procesu polukontinuiranog i kontinuiranog lijevanja aluminijskih poluproizvoda (4); Obrada

postupaka polukontinuiranog i kontinuiranog lijevanja aluminijskih poluproizvoda kroz izradu seminarskog rada (11).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i seminarski rad, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i izraditi seminarski rad.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,4 ECTS boda), seminarski rad (0,8 ECTS bodova), kolokviji (1,5 ECTS bod), usmeni ispit (1,3 ECTS bodova).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi, seminarski rad i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na seminarskom radu, kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Izdvojiti gnjetljive aluminijske legure	1. kolokvij, usmeni ispit
2.	Objasniti skrućivanje i formiranje strukture tijekom polukontinuiranog i kontinuiranog lijevanja aluminijskih legura	1. kolokvij, usmeni ispit, seminarski rad
3.	Analizirati greške na odlivenim poluproizvodima,	1. kolokvij, usmeni ispit, seminarski rad
4.	Predložiti metode za sprječavanje nastanka grešaka na odlivenim poluproizvodima	1. kolokvij, usmeni ispit
5.	Izabrati odgovarajuću tehnologiju polukontinuiranog lijevanja aluminijskih trupaca i blokova te kontinuiranog lijevanja aluminijskih slabova i traka	2. kolokvij, usmeni ispit, seminarski rad
6.	Preporučiti odgovarajuću toplinsku obradu aluminijskih poluproizvoda	2. kolokvij, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. D. G. Eskin, Physical Metallurgy of Direct Chill Casting of Aluminium Alloys, CRC Press, 2008.
2. ..., ASM Handbook, Volume 15, Casting, ASM International, Materials Park, Ohio, 2008.

**Dopunska literatura:**

1. ..., Aluminium Cast House Technology, Proceedings of Seventh Australian Asian Pacific Conference, ed. P. R. Whiteley, TMS, 23 – 26 September 2001., Hobart, Australia.

2. ..., Aluminium Cast House Technology, Proceedings of Eighth Australasian Conference, ed. P. R. Whiteley, TMS, 14 – 17 September 2003., Brisbane, Australia.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: MATEMATIKA**

**ISVU ŠIFRA:** 150645

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 1

**Semestar:** 1

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 6

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 3+2+0+2

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 20

**Razina primjene e-učenja:** razina 2

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 10,0 %

**Ciljevi predmeta:** usvajanje osnovnih znanja i tehnika iz matematičke analize neophodnih u ostalim kolegijima struke i praktičnoj primjeni.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** srednjoškolsko gradivo iz matematike.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** razvijanje sposobnosti izvođenja logičkog zaključivanja i preciznosti u istraživanju.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** definirati matematički problem, razumijeti pojedine matematičke teoreme, prevesti na matematički jezik jednostavne probleme koji nisu njime iskazani i riješiti ih, riješiti jednostavne matematičke probleme, riješiti sustav linearnih jednadžbi, statistički analizirati podatke iz prakse.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Funkcije: brojevi, realne funkcije realne varijable, nizovi, redovi (15); Linearna algebra: matrice, determinante, sustavi linearnih jednadžbi, pravac i ravnina u pravokutnom koordinatnom sustavu (15); Statistika: osnovni skup i uzorak, empirijska razdioba, korelacija (15).  
Vježbe: Na vježbama se rješavaju zadaci iz navedenog gradiva (30).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, mješovita nastava.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima i vježbama (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** kolokviji (2,0 ECTS boda), pismeni ispit (2,0 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje studenata na kolokvijima, usmenom i pismenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

### **Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Definirati matematički problem	Usmeni ispit
2.	Razumijeti pojedine matematičke teoreme	Usmeni ispit
3.	Prevesti na matematički jezik jednostavne probleme koji nisu njime iskazani i riješiti ih	Kolokviji, pismeni ispit
4.	Riješiti jednostavne matematičke probleme	Kolokviji, pismeni ispit
5.	Riješiti sustav linearnih jednadžbi	Kolokviji, pismeni ispit
6.	Statistički analizirati podatke iz prakse	Kolokviji, pismeni ispit

### **Obvezna literatura:**

1. T. Bradić, J. Pečarić, R. Roki, M. Strunje, Matematika za tehnološke fakultete, Element, Zagreb, 1998.
2. S. Kurepa, Matematička analiza 1, Tehnička knjiga, Zagreb, 1990.
3. S. Kurepa, Matematička analiza 2, Tehnička knjiga, Zagreb, 1990.
4. I. Šošić, V. Serdar, Uvod u statistiku, Školska knjiga, Zagreb, 2002.

### **Dopunska literatura:**

1. S. Kurepa, Uvod u matematiku, Tehnička knjiga, Zagreb, 1984.
2. V. P. Minorski, Zbirka zadataka iz više matematike, Tehnička knjiga, Zagreb, 1971.
3. N. Elezović, A. Aglič, Linearna algebra, Zbirka zadataka, Zagreb, 1999.
4. B. P. Demidovič, Zadaci i riješeni primjeri iz više matematike s primjenom na tehničke nauke, Tehnička knjiga, Zagreb, 1986.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: METALOGRAFSKA ANALIZA**

**ISVU ŠIFRA:** 157492

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 3

**Semestar:** 5

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+2+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 15

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** poznavanje i vladanje tehnikama pripreme uzoraka za metalografsku analizu, sposobnost provođenja metalografske analize uzoraka lijevanih metalnih materijala, sposobnost analize rezultata metalografske analize lijevanih metalnih materijala, osposobljenost za rad na metalografskom mikroskopu s programskim paketom za automatsku obradu metalografskih snimaka uzoraka.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Osnove skrućivanja i razvoja mikrostrukture, Tehnologija taljenja i kontrola kvalitete taline, Projektiranje sustava ulijevanja i napajanja, Tehnologija lijevanja željeznih metala, Tehnologija lijevanja obojenih metala, Ispitivanje materijala i toplinska obrada.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** pripremiti uzorke za metalografsku analizu, koristiti opremu za metalografsku analizu i interpretirati rezultate analize, povezati mikrostrukturna i uporabna svojstva odljevaka, razlikovati mikrostrukturne konstituente u željeznim i neželjeznim slitinama.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** pripremiti uzorke za metalografsku analizu, izabrati odgovarajuće sredstvo za nagrivanje uzoraka, koristiti opremu za metalografsku analizu, interpretirati rezultate metalografske analize metalnih materijala, interpretirati rezultate analize uzoraka metalnih materijala pretražnim elektronskim mikroskopom.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Metalografija, osnove (1); Priprema uzoraka za metalografsku analizu (2); Sredstva za nagrivanje uzoraka (3); Metalografski mikroskop i pripadajuća oprema (3); Metalografska analiza uzoraka željeznih ljevova s grafitom i interpretacija rezultata (6); Metalografska analiza uzoraka čeličnih ljevova i interpretacija rezultata (4); Metalografska analiza uzoraka bijelih željeznih ljevova i interpretacija rezultata (3); Metalografska analiza ljevova od Al-legura i interpretacija rezultata (6); Pretražni elektronski mikroskop i energetsko disperzivni spektrometar (2).



Vježbe: Priprema uzoraka za metalografsku analizu (4); Metalografska analiza željeznih i neželjeznih ljevova (7); Metalografska analiza čeličnih ljevova (7), Metalografska analiza Al-ljevova (7); Interpretacija rezultata metalografske analize (5).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i obaviti vježbe.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,3 ECTS boda), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,2 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Pripremiti uzorke za metalografsku analizu	Kolokvij, vježbe
2.	Izabrati odgovarajuće sredstvo za nagrizanje uzoraka	Kolokvij, vježbe
3.	Koristiti opremu za metalografsku analizu	Kolokvij, vježbe
4.	Interpretirati rezultate metalografske analize metalnih materijala	Kolokvij, vježbe
5.	Interpretirati rezultate analize uzoraka metalnih materijala pretražnim elektronskim mikroskopom	Kolokvij, vježbe

**Obvezna literatura:**

1. H. Šuman, Metalografija, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 1981.
2. G. F. Vander Voort, Metallography – Principles and Practice, ASM, Materials Park, Ohio, 1999.

**Dopunska literatura:**

1. ..., Metallography and Microstructures, ASM Handbook, Volume 9, ASM, Materials Park, Ohio, 2004.
2. S. Hasse, Structure of Cast Iron Alloys, Schiele & Schön, 2008.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: OPĆA I ANORGANSKA KEMIJA**

**ISVU ŠIFRA:** 150647

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 1

**Semestar:** 1

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 7

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 3+2+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 20

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** vladanje osnovnim pojmovima i vještinama iz opće i anorganske kemije, s naglaskom na cjelinama koje su temelj za praćenje i razumijevanje stručnih predmeta iz područja lijevanja metalnih materijala.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** srednjoškolsko gradivo iz kemije.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** analizirati kemijske reakcije koje se odvijaju tijekom taljenja i lijevanja odljevaka, objasniti svojstva kemijskih elementa na osnovi njihova položaja u periodnom sustavu, objasniti i razumjeti proces lijevanja i skrućivanja metalnih odljevaka u jednokratnim i trajnim kalupima.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** objasniti strukturu atoma i tvari, definirati vrste veza u spojevima, objasniti agregatna stanja, razlikovati i objasniti vrste kemijskih reakcija, razlikovati vrste otopina, objasniti utjecaj različitih čimbenika na kinetiku kemijskih reakcija, objasniti kemijsku ravnotežu, definirati osnovna svojstva elemenata na osnovi njihova položaja u periodnom sustavu.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Tvari (2); Struktura čistih tvari (2); Agregatna stanja (2); Struktura atoma (1); Vrste veza (2); Kompleksni spojevi (2); Otopine i krute otopine (2); Kemijske reakcije (3); Kemijska kinetika (2); Kemijska ravnoteža (2); Energijske promjene kod kemijskih reakcija (2); Elementi i njihovi spojevi, periodni sustav elemenata (12); Svojstva metala i nemetala (11).

Vježbe: Izračunavanje sastava tvari (2); Odjeljivanje komponenata heterogene i homogene smjese (4); Određivanje relativne atomne mase (3); Priprava kompleksnog spoja (4); Titracija neutralizacije (2); Otapanje čvrstih tvari u tekućinama (4); Vrste kemijskih reakcija (3); Brzina kemijske reakcije (3); Svojstva metala i nemetala (5).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i obaviti vježbe.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (1,0 ECTS bod), kolokviji (3,0 ECTS boda), usmeni ispit (3,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Objasniti strukturu atoma i tvari	Prvi kolokvij, usmeni ispit
2.	Definirati vrste veza u spojevima	Prvi kolokvij, laboratorijske vježbe, usmeni ispit
3.	Objasniti agregatna stanja	Prvi kolokvij, usmeni ispit
4.	Razlikovati i objasniti vrste kemijskih reakcija	Prvi kolokvij, usmeni ispit
5.	Razlikovati vrste otopina	Prvi kolokvij, usmeni ispit
6.	Objasniti utjecaj različitih čimbenika na kinetiku kemijskih reakcija	Drugi kolokvij, laboratorijske vježbe, usmeni ispit
7.	Objasniti kemijsku ravnotežu	Drugi kolokvij, laboratorijske vježbe, usmeni ispit
8.	Definirati osnovna svojstva elemenata na osnovi njihova položaja u periodnom sustavu	Drugi kolokvij, laboratorijske vježbe, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. D. Hršak, Opća kemija, nastavni tekst postavljen na internet stranicu Metalurškog fakulteta, 2009.
2. A. Rađenović, Anorganska kemija, nastavni tekst postavljen na internet stranicu Metalurškog fakulteta, 2009.
3. A. Rađenović, A. Štrkalj, Vježbe iz anorganske kemije, nastavni tekst vježbi postavljen na internet stranicu Metalurškog fakulteta, Sisak, 2009.

**Dopunska literatura:**

1. I. Filipović, S. Lipanović, Opća i anorganska kemija, I i II dio, Školska knjiga, Zagreb, 1995.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: OSNOVE FIZIKALNE METALURGIJE**

**ISVU ŠIFRA:** 150652

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 1

**Semestar:** 2

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 6

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 3+0+1+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 20

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 3,0 %

**Ciljevi predmeta:** poznavanje građe kristala, sposobnost upotrebe faznih dijagrama, razumijevanje procesa pretvorbe u metalnim materijalima, poznavanje mikrostrukturnih konstituenata u lijevanim metalnim materijalima, sposobnost analize mikrostrukture lijevanih metalnih materijala i njenog utjecaja na svojstva.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** gradivo iz predmeta Opća i anorganska kemija.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** koristiti fazne dijagrame, objasniti mehanizam eutektičke, peritektičke i eutektoidne reakcije, objasniti fazne pretvorbe u željeznim i neželjeznim ljevovima, objasniti i razumijeti proces lijevanja i skrućivanja metalnih odljevaka u jednokratnim i trajnim kalupima.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** razlikovati i objasniti kristalne strukture metala, objasniti krute otopine i intermetalne spojeve, objasniti greške u kristalnoj rešetci, razlikovati agregatna stanja metala, koristiti ravnotežne dijagrame stanje, koristiti fazne dijagrame, primijeniti pravilo faza, objasniti eutektičku, peritektičku i eutektoidnu reakciju, razlikovati mikrostrukturne konstituyente u željeznim i aluminijskim legurama, opisati mehanička i fizikalna svojstva metala.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Struktura atoma i veza među atomima metala (1); Kristalne strukture metala i legura (2); Osnovni strukturni tipovi metala i legura (1); Krute otopine (2); Intermetalni spojevi (2); Greške u kristalnoj rešetci (2); Agregatna stanja metala i njihove pretvorbe (2); Ravnotežni dijagrami stanja (2); Fazne pretvorbe (3); Pravilo faza (1); Difuzija u metalima (1); Granične površine (2); Eutektički i peritektički binarni sustav (3); Reakcije u čvrstom stanju (3); Izlučivanja iz čvrstih otopina (2); Eutektoidna pretvorba (2); Fazni dijagram željezo-ugljik (4); Fazni dijagram aluminijsilicij (4); Mikrostrukturni konstituenti (4); Fizikalna svojstva metala (1); Mehanička svojstva metala (1).

Seminarski rad: Detaljnije upoznavanje faznih pretvorbi u željeznim i aluminijskim slitinama, mehanizma eutektičke, peritektičke i eutektoidne reakcije (5). Izrada seminarskog rada iz navedenih područja (10).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i izraditi seminarski rad.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), seminarski rad (1,0 ECTS bod), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi, seminarski rad i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na seminarskom radu, kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Razlikovati i objasniti kristalne strukture metala	1. kolokvij, seminarski rad
2.	Objasniti krute otopine i intermetalne spojeve	1. kolokvij, seminarski rad
3.	Objasniti greške u kristalnoj rešetci	1. kolokvij, seminarski rad
4.	Razlikovati agregatna stanja metala	2. kolokvij, seminarski rad
5.	Koristiti ravnotežne dijagrame stanje	2. kolokvij, seminarski rad
6.	Koristiti fazne dijagrame	2. kolokvij, seminarski rad
7.	Primijeniti pravilo faza	2. kolokvij, seminarski rad
8.	Objasniti eutektičku, peritektičku i eutektoidnu reakciju	3. kolokvij, seminarski rad
9.	Razlikovati mikrostrukturne konstituente u željeznim i aluminijskim legurama	3. kolokvij, seminarski rad
10.	Opisati mehanička i fizikalna svojstva metala	3. kolokvij, seminarski rad

**Obvezna literatura:**

1. T. Matković, P. Matković, Fizikalna metalurgija I, nastavni tekst postavljen na internet stranicu Metalurškog fakulteta, Sisak, 2005.
2. J. D. Verhoeven, Fundamentals of Physical Metallurgy, John Wiley & Sons, New York, 1975.

**Dopunska literatura:**

1. R. W. Cahn, P. Haasen, Physical Metallurgy, North-Holland, Amsterdam, 1996.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: OSNOVE MODELIRANJA U LJEVARSTVU**

**ISVU ŠIFRA:** 157499

**Status predmeta:** izborni

**Godina studija:** 3

**Semestar:** 5

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 4

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+1+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 15

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 3,0 %

**Ciljevi predmeta:** vladanje osnovnim pojmovima i metodama iz područja modeliranja skrućivanja odljevaka.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta: Osnove skrućivanja i razvoja mikrostrukture, Toplotehnika, Tehnologija izrade kalupa i jezgara, Tehnologija taljenja i kontrola kvalitete taline, Tehnologija lijevanja željeznih metala, Tehnologija lijevanja obojenih metala, Projektiranja sustava ulijevanja i napajanja i Primjena informatičkih tehnologija u ljevarstvu.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** usporediti uspješnost matematičkih modela skrućivanja odljevaka s konkretnim rezultatima iz prakse, objasniti i razumijeti proces lijevanja i skrućivanja metalnih odljevaka u jednokratnim i trajnim kalupima, konstruirati i dimenzionirati horizontalni i vertikalni uljevni sustav za lijevanje odljevaka od željeznih i neželjeznih slitina, konstruirati i dimenzionirati sustav napajanja odljevaka od željeznih i neželjeznih slitina.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** pokazati znanje o osnovnim principima matematičkih metoda za modeliranje skrućivanja i mikrostrukture odljevaka, izraditi matematički model skrućivanja odljevka jednostavnog geometrijskog oblika, usporediti uspješnost matematičkih modela skrućivanja odljevaka s konkretnim rezultatima iz prakse.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Uvod u matematičko modeliranje i pregled računalnih programa za simulaciju skrućivanja odljevaka (2); Metode modeliranja: metoda analognog modeliranja, metoda konačne razlike, metoda konačnog elementa, metoda pseudostacionarnog stanja (10); Pregled eksplicitnih i implicitnih metoda konačne razlike (4); Implicitna metoda promjenljivog smjera i Sauljevljeva eksplicitna metoda (4); Metode predviđanja usahlina u odljevcima (3); Semikvantitativni model toplih napuklina (2); Modeliranje mikrostrukture odljevaka (3); Računalom potpomognuto optimiranje konstrukcije odljevka (2).

Vježbe: Matematički modeli skrućivanja konkretnih odljevaka od čeličnog lijeva, sivog lijeva i obojenih metala (6); Matematički modeli skrućivanja odljevaka u obliku slova L, T, H, zupčanika, prirubnice, ventila, valjka, kugle (9).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima i vježbama (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (2,0 ECTS boda), usmeni ispit (1,5 ECTS bod).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Pokazati znanje o osnovnim principima matematičkih metoda za modeliranje skrućivanja i mikrostrukture odljevaka	Kolokvij, usmeni ispit
2.	Izraditi matematički model skrućivanja odljevka jednostavnog geometrijskog oblika	Auditorne vježbe, kolokvij
3.	Usporediti uspješnost matematičkih modela skrućivanja odljevaka s konkretnim rezultatima iz prakse	Auditorne vježbe, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. B. Carnahan, H. A. Luther, J. O. Wilkes, Applied Numerical Methods, John Wiley, New York, 1969.
2. P. R. Sahm, P. N. Hansen, Numerical Simulation and Modeling of Casting and Solidification Processes for Foundry and Cast-Jouse, CIATF, 1984.

**Dopunska literatura:**

1. G. D. Smith, Numerical Solution of Partial Differential Equations, University Press, Oxford, 1974.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).



**Naziv predmeta: OSNOVE SKRUĆIVANJA I RAZVOJA MIKROSTRUKTURE**

**ISVU ŠIFRA:** 157125

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 3

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 6

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 3+1+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** razumijevanje procesa skrućivanja željeznih i čeličnih ljevova, razumijevanje procesa skrućivanja Al-Si legura, razumijevanje učinaka cijepjenja i modifikacije na mikrostrukturu odljevka, sposobnost analize utjecaja kemijskog sastava i uvjeta pri skrućivanju na mikrostrukturu i svojstva odljevaka.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Osnove fizikalne metalurgije i Termodinamika i kinetika metalurških procesa.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** objasniti i razumijeti proces lijevanja i skrućivanja metalnih odljevaka u jednokratnim i trajnim kalupima, povezati mikrostrukturna i uporabna svojstva odljevaka, povezati kemijski sastav i metaluršku kvalitetu taline i uvjete tijekom skrućivanja s rezultirajućim mikrostrukturnim i uporabnim svojstvima odljevaka, koristiti fazne dijagrame.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** objasniti prijenos mase i topline te fenomene vezane za proces skrućivanja odljevaka, opisati tijek skrućivanja čelika, željeznih ljevova i aluminijskih legura, povezati mikrostrukturna i uporabna svojstva odljevaka, povezati sastav taljevine i uvjete pri skrućivanju s rezultirajućim mikrostrukturnim i uporabnim svojstvima odljevaka.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Tekuće i kruto stanje (1); Mobilnost atoma (1); Oslobođanje topline (1); Prijenos topline pri skrućivanju (2); Prijenos mase i energije (2); Granične površine kruto/tekuće (2); Smanjenje topivosti (1); Nukleacija (2); Rast kristala (2); Mikro i makro segregacije (3); Fe-C eutektici (4); Al-Si eutektici (3); Učinci cijepjenja i modifikacije (3); Skrućivanje sivih željeznih ljevova (4); Skrućivanje bijelih željeznih ljevova (3); Skrućivanje čelika (3); Skrućivanje Al-Si legura (4); Kvantificiranje parametara primarne mikrostrukture (2); Utjecaj sastava taline i uvjeta pri skrućivanju na mikrostrukturne značajke i uporabna svojstva odljevaka (2).

Vježbe: Izračunavanje primjera vezanih za teorijska izlaganja: izračunavanje temperature dendritne fronte, izračunavanje pothlađenja pri skrućivanju, izračunavanje udjela pojedinih faza pri skrućivanju (11); Usporedba realno postignute strukture i teorijski procijenjenih morfologija rasta pojedinih faza (4).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima i vježbama (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (3,0 ECTS boda), usmeni ispit (2,5 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Objasniti prijenos mase i topline te fenomene vezane za proces skrućivanja odljevaka	Kolokvij
2.	Opisati tijek skrućivanja čelika, željeznih ljevova i aluminijskih legura	Kolokvij
3.	Povezati mikrostrukturna i uporabna svojstva odljevaka	Kolokvij
4.	Povezati sastav taljevine i uvjete pri skrućivanju s rezultirajućim mikrostrukturnim i uporabnim svojstvima odljevaka	Kolokvij

**Obvezna literatura:**

1. ..., Metals Handbook, Volume 15, Casting, ASM International, Metals Park Ohio, 2008.
2. J. E. Gruzleski, Microstructure Development During Metalcasting, AFS, Des Plaines, Illinois, 2000.

**Dopunska literatura:**

1. J. E. Gruzleski, B. M. Closset, The Treatment of Liquid Aluminium-Silicon Alloys, AFS, Des Plaines, Illinois, 1990.
2. G. Krauss, Steels – Processing, Structure and Performance, ASM International, Materials park, Ohio, 2005.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: PEĆI U LJEVARSTVU I VATROSTALNI MATERIJALI**

**ISVU ŠIFRA:** 157126

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 3

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 3+1+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 1,5 %

**Ciljevi predmeta:** razumijevanje principa rada kupolne, indukcijske, plamene, elektrolučne i elektrootporne peći, osposobljenost za odabir odgovarajućeg vatrostalnog materijala za talioničke agregate i agregate za zagrijavanje koji se primjenjuju u ljevarstvu.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Opća i anorganska kemija i Toplotehnika.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** objasniti prijenos topline pri taljenju i zagrijavanju u ljevaoničkim agregatima, objasniti princip rada kupolne, indukcijske, elektrolučne i plamene peći, analizirati rezultate rada talioničkih agregata i optimizirati proces taljenja, razlikovati vrste vatrostalnih materijala, upotrijebiti vatrostalne materijale ovisno o njihovim svojstvima.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** objasniti princip rada kupolne, indukcijske, plamene, elektrolučne i elektrootporne peći, analizirati rezultate rada peći i optimizirati proces taljenja, razlikovati vrste vatrostalnih materijala, predložiti adekvatnu vrstu vatrostalnog materijala ovisno o uvjetima primjene.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Podjela peći koje se primjenjuju u ljevarstvu ovisno o namjeni, mjestu upotrebe i načinu zagrijavanja (2); Kupolne peći (3); Indukcijske peći (4); Plamene peći (3); Elektrolučne peći (3); Elektrootporne peći (1); Peći za održavanje temperature taline (2); Gorionici (2); Optimizacija procesa taljenja i zagrijavanja (3); Definicija i značenje vatrostalnih materijala (2); Oksidni i neoksidni, oblikovani i neoblikovani vatrostalni materijali (9); Svojstva, metode ispitivanja svojstava vatrostalnih materijala (3); Primjena vatrostalnih materijala u ljevarstvu (8).

Vježbe: Računski primjeri iz dimenzioniranja zidova peći, uobličavanja pećnog prostora te vođenja peći (4); Projektni zadatci (2); Određivanje svojstava vatrostalnih materijala (3); Pogonske vježbe (6).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima i vježbama (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Objasniti princip rada kupolne, indukcijske, plamene, elektrolučne i elektrootporne peći	Kolokvij, usmeni ispit
2.	Analizirati rezultate rada peći i optimizirati proces taljenja	Kolokvij, usmeni ispit
3.	Razlikovati vrste vatrostalnih materijala	Kolokvij, usmeni ispit
4.	Predložiti adekvatnu vrstu vatrostalnog materijala ovisno o uvjetima primjene	Kolokvij, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. ..., Metals Handbook, Volume 15, Casting, ASM International, Metals Park, Ohio, 2008.
2. A. Rađenović, Vatrostalni materijali, Metalurški fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Sisak, 2010.

**Dopunska literatura:**

1. D. Jovanović, Z. Popović, Peći u metalurgiji gvožđa i čelika, Univerzitet u Beogradu, 1970.
2. J. H. Chasters, Refractories – Production and Properties, Edward Arnold, London 1973.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: PRIMJENA INFORMATIČKIH TEHNOLOGIJA U LJEVARSTVU**

**ISVU ŠIFRA:** 157132

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 4

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+2+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** osposobljenost za osnovnu uporabu suvremenih programskih paketa za dimenzioniranje uljevnih sustava i sustava napajanja, simulaciju punjenja kalupa i simulaciju skrućivanja odljevaka te procjenu nastanka grešaka u odljevcima, sposobnost tumačenja rezultata simulacije programskim paketima, poznavanje suvremenih koncepcija proizvodnje odljevaka i metoda brze izrade prototipa, osposobljenost za osnovnu uporabu programskih paketa za optimizaciju konstrukcije odljevaka, poznavanje suvremenih sustava kontrole kvalitete taline.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Tehnologija izrade kalupa i jezgara te Osnove skrućivanja i razvoja mikrostrukture.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** opisati suvremene koncepcije proizvodnje odljevaka, primijeniti programske pakete za optimizaciju konstrukcije odljevka, primijeniti programske pakete za simulaciju punjenja kalupa i skrućivanja odljevaka i interpretirati rezultate, objasniti i razumijeti proces lijevanja i skrućivanja metalnih odljevaka u jednokratnim i trajnim kalupima.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** opisati suvremene koncepcije proizvodnje odljevaka, primijeniti programske pakete za optimizaciju konstrukcije odljevka, primijeniti programske pakete za simulaciju punjenja kalupa i skrućivanja odljevka i interpretirati rezultate, primijeniti toplinsku analizu u sustavu kontrole kvalitete taljevine, interpretirati i primijeniti rezultate toplinske analize, organizirati sustav upravljanja podacima o proizvodnji.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Suvremene koncepcije proizvodnje odljevaka (3); Optimizacija konstrukcije odljevka pomoću informatičkih tehnologija (4); Brza izrada prototipa (2); Simulacija punjenja kalupa i skrućivanja odljevka u kalupu (6); Optimizacija kvalitete taline putem informatičkih tehnologija (3); Ekspertni sustavi (2); Primjena metoda umjetne inteligencije (2); Sustavi kontrole kvalitete taline

zasnovani na toplinskoj analizi (4); Primjena računala u vođenju procesa u ljevaonicama (2); Primjena računala u planiranju i osiguranju kvalitete (1); Sustav upravljanja podacima o proizvodnji (1).

Vježbe: Primjena programskih paketa za izradu modela i prototipa (3D) (SolidWorks, AutoCAD, CATIA; Pro/ENGINEER) (6); Projektiranje uljevnih sustava i sustava napajanja pomoću specijaliziranih programskih paketa (Foundry Technology) (7); Primjena specijaliziranih programskih paketa za simulaciju punjenja kalupa i skrućivanja odljevka (NovaFlow&Solid, ProCast) (11); Primjena sustava za kontrolu kvalitete taline zasnovanih na toplinskoj analizi i umjetnoj inteligenciji (ATAS) (6).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima i vježbama (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS bod).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Opisati suvremene koncepcije proizvodnje odljevaka	Kolokvij
2.	Primijeniti programske pakete za optimizaciju konstrukcije odljevka	Usmena obrana (Seminarski/projektni zadatak)
3.	Primijeniti programske pakete za simulaciju punjenja kalupa i skrućivanja odljevka i interpretirati rezultate	Kolokvij
4.	Primijeniti toplinsku analizu u sustavu kontrole kvalitete taljevine	Kolokvij
5.	Interpretirati i primijeniti rezultate toplinske analize	Kolokvij
6.	Organizirati sustav upravljanja podacima o proizvodnji	Kolokvij

**Obvezna literatura:**

1. F. Unkić, Z. Kivač, Z. Glavaš, Primjena suvremenih informatičkih tehnologija u razvoju i proizvodnji odljevaka, poglavlje u knjizi Suvremeni materijali i postupci, urednik T. Filetin, Hrvatsko društvo za materijale i tribologiju, Zagreb, 2005.

2. R. Roller, E. Baschin, V. Buck, M. Pröm, G. Reuter, H. Rödter, K. Trinkner, R. Winkow, Fachkunde Modellbau – Technologie des Modell – und Formenbaus, Verlag Europa-Lehrmittel, 2003.

**Dopunska literatura:**

1. K. Weiss, C. Honsel, Simulation of Internal Tension, Structure and Mechanic Properties, European Conference on Advanced Materials and Processes, Aachen, 1989.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: PROJEKTIRANJE SUSTAVA ULJEVANJA I NAPAJANJA**

**ISVU ŠIFRA:** 157129

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 4

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+2+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** razumijevanje osnovnih zakonitosti pri dimenzioniranju i konstruiranju sustava ulijevanja i napajanja, sposobnost konstruiranja i dimenzioniranja sustava ulijevanja i napajanja za lijevanje odljevaka od željeznih i neželjeznih ljevova.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Tehnologija izrade kalupa i jezgara i Osnove skrućivanja i razvoja mikrostrukture.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** konstruirati i dimenzionirati horizontalni i vertikalni uljevni sustav za lijevanje odljevaka od željeznih i neželjeznih slitina, konstruirati i dimenzionirati sustav napajanja odljevaka od željeznih i neželjeznih slitina, objasniti i razumijeti proces lijevanja i skrućivanja metalnih odljevaka u jednokratnim i trajnim kalupima.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** konstruirati i dimenzionirati horizontalni i vertikalni uljevni sustav za lijevanje odljevaka od željeznih i neželjeznih ljevova, konstruirati i dimenzionirati sustav napajanja odljevaka od željeznih i neželjeznih ljevova, primijeniti egzotermne i izolirajuće materijale oko pojila, primijeniti hladila u cilju optimizacije sustava napajanja.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Zahtjevi koje mora ispuniti uljevni sustav (1); Vrste uljevnih sustava (1); Dijelovi uljevnog sustava (3); Temeljni principi dinamike fluida (2); Brzina lijevanja (1); Zakonitosti pri dimenzioniranju uljevnih sustava za lijevanje željeznih i obojenih metala (3); Filtri (1); Volumne promjene tijekom hlađenja i skrućivanja odljevaka (2); Modul odljevka (1); Dimenzioniranje pojila (3); Napajanje odljevaka od sivih željeznih ljevova (4); Napajanje odljevaka od bijelih željeznih ljevova (2); Napajanje odljevaka od čeličnih ljevova (2); Napajanje odljevaka od Al-Si legura (2); Primjena egzotermnih i izolacijskih materijala (1); Primjena hladila (1).

Vježbe: Proračun uljevnih sustava za lijevanje odljevaka od sivih željeznih ljevova (3); Proračun uljevnih sustava za lijevanje odljevaka od čeličnih ljevova (3); Proračun uljevnih



sustava za lijevanje odljevaka od aluminijskih ljevova (3); Određivanje modula odljevka (5); Proračun sustava napajanja odljevaka od sivih željeznih ljevova (7); Proračun sustava napajanja odljevaka od čeličnih ljevova (3); Proračun sustava napajanja odljevaka od aluminijskih ljevova (4); Dimenzioniranje hladila (2).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima i vježbama (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta propisuje se vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Konstruirati i dimenzionirati horizontalni i vertikalni uljevni sustav za lijevanje odljevaka od željeznih i neželjeznih ljevova	1. kolokvij, usmeni ispit
2.	Konstruirati i dimenzionirati sustav napajanja odljevaka od željeznih i neželjeznih ljevova	2. kolokvij, usmeni ispit
3.	Primijeniti egzotermne i izolirajuće materijale oko pojila	2. kolokvij, usmeni ispit
4.	Primijeniti hladila u cilju optimizacije sustava napajanja	2. kolokvij, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. F. Unkić, Z. Glavaš, Osnove lijevanja metala – Zbirka riješenih zadataka, nastavni tekst vježbi postavljen na internet stranicu Metalurškog fakulteta, Sisak, 2009.
2. ..., The Basic Principles of Fluid Dynamics Applied to Running Systems of Castings, National Metalforming Centre, Institute of Cast Metals Engineers, England, 2007.
3. S. I. Karsay, The Practical Foundryman's Guide to Feeding and Running Grey-, CG – and SG Iron Castings, Ferrous Casting Centre Ltd., Republic of South Africa, 1985.

**Dopunska literatura:**

1. J. Campbell, Castings Practice – The 10 Rules of Castings, Elsevier Butterworth-Heinemann, England, 2004.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: RAZVRSTAVANJE I SVOJSTVA LJEVARSKIH SLITINA**

**ISVU ŠIFRA:** 157124

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 3

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+0+1+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** poznavanje osnovnih svojstava ljevarskih slitina na osnovi željeza, poznavanje osnovnih svojstava ljevarskih slitina iz skupine obojenih metala, sposobnost definiranja područja primjene pojedine ljevarske slitine.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Opća i anorganska kemija i Osnove fizikalne metalurgije.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** opisati pojedine željezne i neželjezne ljevarske slitine prema njihovim svojstvima, povezati svojstva ljevarskih slitina s njihovim strukturama, odabrati adekvatnu ljevarsku slitinu ovisno o uvjetima primjene odljevaka, razlikovati mikrostrukturne konstituente u željeznim i neželjeznim slitinama.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** izdvojiti ljevarske slitine, opisati pojedine željezne i neželjezne ljevarske slitine ovisno o njihovim svojstvima, povezati svojstva ljevarskih slitina s njihovim strukturama, odabrati adekvatnu ljevarsku slitinu ovisno o uvjetima primjene odljevka, usporediti svojstva ljevarskih slitina, ocijeniti uspješnost primjene pojedine ljevarske slitine.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Podjela ljevarskih slitina (3); Osnove karakteristike željeznih ljevova: sivi, bijeli, čelični ljevovi (8); Osnovne karakteristike ljevova obojenih metala: ljevovi na osnovi aluminijska, ljevovi na osnovi magnezija, ljevovi na osnovi bakra, ljevovi na osnovi cinka, ljevovi na osnovi nikla, ljevovi na osnovi titana (12); Legure za lijevanje u djelomično rastaljenom stanju (2); Područja primjene ljevarskih slitina (5).

Seminarski rad: Detaljnije upoznavanje s pojedinim ljevarskim slitinama, njihovim svojstvima, prednostima i nedostacima te područjima primjene (5). Izrada seminarskog rada iz navedenih područja (10).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i seminarski rad, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i izraditi seminarski rad.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), seminarski rad (1,2 ECTS boda), kolokviji (3,3 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi, seminarski rad i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na seminarskom radu i kolokvijima te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Izdvojiti ljevarske slitine	1. kolokvij, 2. kolokvij
2.	Opisati pojedine željezne i neželjezne ljevarske slitine ovisno o njihovim svojstvima	1. kolokvij, 2. kolokvij, seminar
3.	Povezati svojstva ljevarskih slitina s njihovim strukturama	1. kolokvij, 2. kolokvij, seminar
4.	Odabrati adekvatnu ljevarsku slitinu ovisno o uvjetima primjene odljevka	1. kolokvij, 2. kolokvij, seminar
5.	Usporediti svojstva ljevarskih slitina	1. kolokvij, 2. kolokvij
6.	Ocijeniti uspješnost primjene pojedine ljevarske slitine	1. kolokvij, 2. kolokvij

**Obvezna literatura:**

1. ..., Metals Handbook, Volume 15, Casting, ASM International, Metals Park Ohio, 2, 2008.
2. T. Filetin, F. Kovačiček, J. Indof, Svojstva i primjena materijala, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2002.
3. J. G. Kaufman, E. L. Rooy, Aluminium Alloy Castings, Properties, Processes and Applications, ASM International, Materials Park, 2005.

**Dopunska literatura:**

1. I. J. Polmear, Light Alloys, Metallurgy of the Light Metals, Third Edition, Arnold, Great Britain, 1995.
2. H. Kaufmann, P. J. Uggowitzer, Metallurgy and Processing of High-Integrity Light Metal Pressure Castings, Schiele & Schön, Berlin, 2007.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: TEHNIČKO CRTANJE I ELEMENTI STROJEVA**

**ISVU ŠIFRA:** 150648

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 1

**Semestar:** 1

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+2+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 20

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** sposobnost izrade tehničkog crteža odljevka u olovci, osposobljenost za osnovnu uporabu programskih paketa za izradu tehničkog crteža odljevka, poznavanje osnovnih elemenata strojeva koji se primjenjuju u ljevarstvu.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** srednjoškolsko gradivo iz tehničke kulture i nacrtne geometrije.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** izraditi tehnički crtež odljevka, objasniti princip rada i funkciju osnovnih elemenata strojeva u ljevarstvu.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** nacrtati tehnički crtež odljevka u olovci, izraditi tehnički crtež odljevka primjenom specijaliziranih programskih paketa, opisati osnovne elemente strojeva (vijci, opruge, osovine, vratila, ležajevi, spojke, prijenosi).

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Elementi tehničkog nacrtu (1); Linije (1); Mjerila (1); Format papira za tehničke crteže (1); Tehničko pismo (2); Pravila ortogonalnoga projiciranja (2); Presjeci (2); Kotiranje (2); Obrada i hrapavost površine (1); Tolerancije oblika i položaja (1); Tolerancije i dosjedi (1); Izrada tehničkog crteža pomoću programskih paketa (2); Vijci i vijčani spojevi (1); Opruge (1); Osovine i vratila (2); Ležajevi (2); Spojke (1); Tarni prijenos (1); Remenski prijenos (1); Lančani prijenos (1); Zupčani prijenos (1); Elementi za protok tekućina (2).

Vježbe: Izrada tehničkog crteža odljevka u olovci i pomoću specijaliziranih programskih paketa (20), Dimenzioniranje elemenata strojeva (10).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i obaviti vježbe.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Nacrtati tehnički crtež odljevka u olovci	Kolokvij
2.	Izraditi tehnički crtež odljevka primjenom specijaliziranih programskih paketa	Kolokvij
3.	Opisati osnovne elemente strojeva (vijci, opruge, osovine, vratila, ležajevi, spojke, prijenosi)	Usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. B. Kovač, Tehničko crtanje, Školska knjiga, Zagreb, 1967.
2. M. Opalić, M. Kljajin, S. Sebastijanović, Tehničko crtanje, Sveučilišni udžbenik, Zrinski, Čakovec, 2003.
3. L. Lazić, Elementi strojeva, Metalurški fakultet, Sisak, 2001.

**Dopunska literatura:**

1. K. H. Decker, Elementi strojeva, Tehnička knjiga, Zagreb, 1986.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: TEHNOLOGIJA IZRADE KALUPA I JEZGARA**

**ISVU ŠIFRA:** 157123

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 3

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 3+2+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** sposobnost razrade konstrukcije odljevka i tehnološkog postupka izrade kalupa, sposobnost odabira odgovarajućeg materijala za izradu kalupa i jezgara, sposobnost definiranja tehnologije izrade kalupa i jezgara, osposobljenost za izradu jednokratnih kalupa i jezgara.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Opća i anorganska kemija te Tehničko crtanje i elementi strojeva.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** definirati elemente razrade tehnološkog postupka izrade jednokratnog i višekratnog kalupa, odabrati odgovarajući postupak i tehnologiju izrade jednokratnih jezgri i kalupa ovisno o zahtjevima na odljevak koji se proizvodi.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** odabrati modele, jezgrene i kalupne mješavine za lijevanje, odabrati odgovarajući postupak i tehnologiju izrade jednokratnih jezgri i kalupa, izraditi jednostavniji jednokratni kalup i jezgru, definirati elemente razrade tehnološkog postupka izrade jednokratnog i višekratnog kalupa, analizirati oštećenja na višekratnim kalupima.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Podjela postupaka izrade jednokratnih kalupa i jezgara (2); Razrada konstrukcije odljevka i tehnološkog postupka izrade jednokratnog kalupa (3); Modeli i izrada modela (4); Kalupne mješavine za izradu jednokratnih kalupa (pijesci, veziva, dodatci) (6); Ispitivanje svojstava kalupnih mješavina (3); Postupci, tehnologija i oprema za ručnu i strojnu izradu jednokratnih kalupa (6); Materijali i veziva za izradu jednokratnih jezgri (kalupa) (4); Regeneracija kalupnih mješavina (4); Postupci, tehnologija i oprema za izradu jednokratnih jezgri (5); Područja primjene višekratnih kalupa (2); Prednosti i nedostaci višekratnih kalupa u odnosu na jednokratne kalupe (1); Razrada tehnološkog postupka izrade višekratnog kalupa (1); Materijali i tehnologija izrade višekratnih kalupa (1); Toplinska i mehanička opterećenja

višekratnih kalupa tijekom primjene (2); Oštećenja na višekratnim kalupima nastala tijekom primjene (1).

Vježbe: Tehnološka razrada nacrtu odljevka (4); Ručna izrada kalupa i jezgara od svježe kalupne mješavine i kemijski vezane mješavine (vodeno staklo/CO<sub>2</sub>) (5); Određivanje svojstava svježe kalupne mješavine (3); Posjeta ljevaonicama željeznih i obojenih ljevova (5); Tehnološka razrada višekratnog kalupa (2); Analiza toplinskih opterećenja tijekom primjene višekratnih kalupa u procesu visokotlačnog lijevanja Al-legura (2); Analiza nastalih oštećenja na višekratnim kalupima tijekom primjene u procesu visokotlačnog lijevanja Al-legura (2); Posjeta ljevaonicama visokotlačnog lijeva (5); Posjeta proizvođačima višekratnih kalupa (2).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i obaviti vježbe.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Odabrati modele, jezgrene i kalupne mješavine za lijevanje	1. kolokvij, usmeni ispit
2.	Odabrati odgovarajući postupak i tehnologiju izrade jednokratnih jezgri i kalupa	1. kolokvij, usmeni ispit
3.	Izraditi jednostavniji jednokratni kalup i jezgru	1. kolokvij, usmeni ispit
4.	Definirati elemente razrade tehnološkog postupka izrade jednokratnog i višekratnog kalupa	1. kolokvij, 2. kolokvij, usmeni ispit
5.	Analizirati oštećenja na višekratnim kalupima	2. kolokvij, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. ..., Metals Handbook, Volume 15, Casting, ASM International, Metals Park Ohio, 2008.
2. Z. Bonačić Mandinić, I. Budić, Osnove tehnologije kalupljenja, jednokratni kalupi I. dio, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Slavonski Brod, 2001.
3. I. Budić, Z. Bonačić Mandinić, Osnove tehnologije kalupljenja, jednokratni kalupi II. dio, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Slavonski Brod, 2004.



4. F. Unkić, Z. Glavaš, Osnove lijevanja metala – Zbirka riješenih zadataka, nastavni tekst vježbi postavljen na internetsku stranicu Metalurškog fakulteta, Sisak, 2009.

**Dopunska literatura:**

1. M. Galić, T. Grgasović, L. Karbić, M. Komadina, S. Šetek, F. Tomić, V. Žura, Kalupljenje, I dio, Savez ljevač Hrvatske, Zagreb, 1979.
2. M. Galić, T. Grgasović, L. Karbić, M. Komadina, S. Šetek, F. Tomić, V. Žura, Kalupljenje, II dio, Savez ljevač Hrvatske, Zagreb, 1979.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: TEHNOLOGIJA LIJEVANJA ŽELJEZNIH METALA**

**ISVU ŠIFRA:** 157130

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 4

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 3+1+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** razumijevanje povezanosti strukture metalnog uložka, procesnih parametra, taljenja, metalurške kvalitete taline, obrade taline, cijepljenja, lijevanja i uvjeta pri skrućivanju sa mikrostrukturom, odnosno uporabnim svojstvima odljevaka od željeznih ljevova, sposobnost definiranja tehnologije proizvodnje odljevaka od nelegiranih i legiranih željeznih i čeličnih ljevova.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Osnove fizikalne metalurgije, Termodinamika i kinetika metalurških procesa, Tehnologija izrade kalupa i jezgara, Razvrstavanje i svojstva ljevarskih slitina, Osnove skrućivanja i razvoja mikrostrukture, Tehnologija taljenja i kontrola kvalitete taline.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** objasniti i razumijeti proces lijevanja i skrućivanja metalnih odljevaka u jednokratnim i trajnim kalupima, povezati mikrostrukturna i uporabna svojstva odljevaka, povezati kemijski sastav i metaluršku kvalitetu taline i uvjete tijekom skrućivanja s rezultirajućim mikrostrukturnim i uporabnim svojstvima odljevaka, odrediti uvjete obrade taline na osnovi analize kemijskog sastava i metalurške kvalitete taline, odabrati uložne materijale za agregat za taljenje sukladno vrsti lijeva koji se proizvodi i propisanim svojstvima odljevka.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** povezati kemijski sastav, uvjete tijekom i nakon skrućivanja sa rezultirajućom mikrostrukturom i svojstvima odljevaka od željeznih i čeličnih ljevova, odabrati uložne materijale i definirati uvjete taljenja i obrade taline pri proizvodnji nelegiranih i legiranih željeznih ljevova sukladno propisanim zahtjevima na odljevke, odabrati uložne materijale i definirati uvjete taljenja i obrade taljevine pri proizvodnji nelegiranih i legiranih čeličnih ljevova sukladno propisanim zahtjevima na odljevke.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Podjela ljevarskih slitina na osnovi željeza (1); Vrste i sustavi označivanja (1); Sivi lijev (5); Nodularni lijev (5);

Izotermički poboljšani nodularni lijev (ADI) (1); Vermikularni lijev (4); Temperirani lijev (2); Visokolegirani bijeli željezni ljevovi (5); Posebni korozijski i temperaturno otporni visokokromni željezni ljevovi (2); Visokolegirani željezni ljevovi s grafitom (3); Visokosilicijski ljevovi (2), Austenitni sivi i nodularni ljevovi visokolegirani niklom (2); Al-legirani ljevovi (2); Obični ugljični čelični ljevovi (2); Niskolegirani čelični ljevovi (3); Visokolegirani čelični ljevovi (3); Visokolegirani austenitni manganski čelični lijev (2).

Vježbe: Obrada i cijepljenje taline (2); Postupci obrade taline: Flotret, In-Mould, Sandwich, Tundish Cover (2); Analiza mikrostrukture i mehaničkih svojstava (2); Povezanost procesnih parametara i mikrostrukture (2); Posjet ljevaonicama čelika, sivog i nodularnog lijeva (7).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima i vježbama (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (4,5 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave i na kolokvijima te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Povezati kemijski sastav, uvjete tijekom i nakon skrućivanja sa rezultirajućom mikrostrukturom i svojstvima odljevaka od željeznih i čeličnih ljevova	1. kolokvij, 2. kolokvij
2.	Odabrati uložne materijale i definirati uvjete taljenja i obrade taline pri proizvodnji nelegiranih i legiranih željeznih ljevova sukladno propisanim zahtjevima na odljevke	1. kolokvij
3.	Odabrati uložne materijale i definirati uvjete taljenja i obrade taljevine pri proizvodnji nelegiranih i legiranih čeličnih ljevova sukladno propisanim zahtjevima na odljevke	2. kolokvij

**Obvezna literatura:**

1. Z. Glavaš, F. Unkić, Lijevanje željeznih metala, nastavni tekst predavanja postavljen na internetsku stranicu Metalurškog fakulteta, Sisak, 2009.
2. ..., Metals Handbook, Volume 15, Casting, ASM International, Metals Park Ohio, 2008.

**Dopunska literatura:**

1. ..., Cast Iron, ASM International, Materials Park, 1999.
2. Metals Handbook, Ninth Edition, Volume 1, Properties and Selection: Irons and Steels, ASM International, Metals Park Ohio, 1978.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: TEHNOLOGIJA LIJEVANJA OBOJENIH METALA**

**ISVU ŠIFRA:** 157131

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 4

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 3+1+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** razumijevanje povezanosti procesnih parametra, taljenja, obrade taline, lijevanja i uvjeta pri skrućivanju sa mikrostrukturom, odnosno uporabnim svojstvima odljevaka od neželjeznih ljevova (prvenstveno aluminijskih slitina), sposobnost definiranja tehnologije proizvodnje odljevaka od aluminijskih slitina (gravitacijsko lijevanje, visokotlačno lijevanje), razumijevanje osnovnih principa postupka lijevanja tiskanjem i lijevanja u djelomično rastaljenom stanju.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Osnove fizikalne metalurgije, Termodinamika i kinetika metalurških procesa, Tehnologija izrade kalupa i jezgara, Razvrstavanje i svojstva ljevarskih slitina, Osnove skrućivanja i razvoja mikrostrukture, Tehnologija taljenja i kontrola kvalitete taline.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** objasniti i razumijeti proces lijevanja i skrućivanja metalnih odljevaka u jednokratnim i trajnim kalupima, povezati mikrostrukturna i uporabna svojstva odljevaka, povezati svojstva ljevarskih slitina s njihovim strukturama, definirati parametre tehnologije visokotlačnog i gravitacijskog lijevanja aluminijskih slitina, objasniti postupke lijevanja u djelomično rastaljenom stanju, odabrati uložne materijale za agregat za taljenje sukladno vrsti lijeva koji se proizvodi i propisanim svojstvima odljevaka.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** odabrati aluminijske slitine za gravitacijsko i visokotlačno lijevanje, definirati uvjete taljenja i obrade taline pri proizvodnji aluminijskih ljevova sukladno propisanim zahtjevima na odljevke, analizirati mikrostrukturu odljevaka od aluminijskih slitina i povezati je s uporabnim svojstvima, definirati parametre tehnologije visokotlačnog lijevanja aluminijskih slitina, definirati parametre tehnologije gravitacijskog lijevanja aluminijskih slitina, objasniti postupak lijevanja tiskanjem, objasniti postupak lijevanja u djelomično rastaljenom stanju.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Podjela neželjeznih ljevarskih slitina (2); Vrste i sustavi označivanja (1); Al-slitine za gravitacijsko i visokotlačno lijevanje (4); Taljenje i obrada taline (4); Filtriranje i otplinjavanje Al-taline (3); Modifikacija i usitnjenje strukture Al-slitina (3); Kontrola razmaka dendritnih grana i veličine zrna (2); Tehnologija visokotlačnog lijevanja (5); Tehnologija gravitacijskog lijevanja (4); Lijevanje tiskanjem (2); Al-slitine za lijevanje u djelomično rastaljenom stanju (3); Bakar i slitine bakra (3); Cink i slitine cinka (3); Magnezij i slitine magnezija (4); Titan i slitine titana (2).  
Vježbe: Taljenje i obrada taline Al-slitina (1); Modifikacija i cijepljenje talina Al-slitina (1); Gravitacijsko lijevanje Al-slitina (1); Visokotlačno lijevanje Al-slitina (2); Analiza mikrostrukture Al-slitina (2); Ispitivanje mehaničkih svojstava gravitacijski i visokotlačno lijevanih odljevaka od Al-slitina (2); Posjeta ljevaonicama neželjeznih ljevova (6).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima i vježbama (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (4,5 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave i na kolokvijima te računanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Odabrati aluminijske slitine za gravitacijsko i visokotlačno lijevanje	Kolokvij
2.	Definirati uvjete taljenja i obrade taline pri proizvodnji aluminijskih ljevova sukladno propisanim zahtjevima na odljevke	Kolokvij
3.	Analizirati mikrostrukturu odljevaka od aluminijskih slitina i povezati je s uporabnim svojstvima	Kolokvij
4.	Definirati parametre tehnologije visokotlačnog lijevanja aluminijskih slitina	Kolokvij
5.	Definirati parametre tehnologije gravitacijskog lijevanja aluminijskih slitina	Kolokvij
6.	Objasniti postupak lijevanja tiskanjem	Kolokvij
7.	Objasniti postupke lijevanja u djelomično rastaljenom stanju	Kolokvij

**Obvezna literatura:**

1. ..., Aluminium Casting Technology, AFS, Des Plaines, Illinois, 2001.
2. M. N. Tomović, Livenje obojenih i lakih metala, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 1976.

3. H. Kaufmann, P. J. Uggowitzer, Metallurgy and Processing of High-Integrity Light Metal Pressure castings, Schiele & Schön, 2007.

**Dopunska literatura:**

1. ..., Aluminium Permanent Mold Handbook, AFS, Des Plaines, Illinois, 2001.
2. A. C. Street, The Diecasting Book, Second Edition, Portcullis Press LTD, England, 1986.
3. ..., Casting Cooper Base Alloys, AFS, Des Plaines, Illinois, 1984.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: TEHNOLOGIJA TALJENJA I KONTROLA KVALITETE TALINE**

**ISVU ŠIFRA:** 157127

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 3

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 3+2+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** sposobnost definiranja tehnologije taljenja u kupolnim, indukcijskim, plamenim i elektrolučnim pećima, sposobnost proračuna sastava i strukture uložaka za talioničke agregate u ljevaonicama, sposobnost određivanja kemijskog sastava i kvalitete taljevine (toplinska analiza, klinasti uzorak, udio kisika).

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Osnove fizikalne metalurgije, Termodinamika i kinetika metalurških procesa i Toplotehnika.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** objasniti princip rada kupolne, indukcijske, elektrolučne i plamene peći, odabrati uložne materijale za agregat za taljenje sukladno vrsti lijeva koja se proizvodi i propisanim svojstvima odljevaka, definirati tehnologiju taljenja u kupolnim, indukcijskim, elektrolučnim i plamenim pećima, ispitati kemijski sastav i metaluršku kvalitetu taline, primijeniti toplinsku analizu u sustavu kontrole kvalitete taline.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** odabrati uložne materijale za agregat za taljenje sukladno vrsti lijeva koja se proizvodi i propisanim svojstvima odljevaka, definirati tehnologiju taljenja u kupolnim, indukcijskim, elektrolučnim i plamenim pećima, odabrati odgovarajuće cjepivo i sredstvo za modifikaciju, ispitati kemijski sastav i metaluršku kvalitetu taline, odrediti uvjete obrade taline na osnovi analize kemijskog sastava i metalurške kvalitete taline.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Uložni materijali (3); Procesi pri taljenju (3); Tehnologija taljenja u kupolnim pećima (4); Odsumporavanje taline (2); Tehnologija taljenja u indukcijskim pećima (5); Cijepljenje taline (4); Tehnologija taljenja u elektrolučnim pećima (4); Tehnologija taljenja u plamenim pećima (4); Ispitivanje kemijskog sastava (2); Metalurška kvaliteta taline (3); Toplinska analiza (3); Određivanje udjela kisika u talini (2); Sustavi za kontrolu kvalitete taline (3); Kontrola sklonosti ka odbjelu (2); Ispitivanje livljivosti taline (1).



Vježbe: Toplinska analiza talina sivih željeznih ljevova (4); Toplinska analiza Al-Si slitina (4); Interpretacija krivulja hlađenja (3); Povezivanje toplinskih parametara, mikrostrukturnih značajki i svojstava odljevaka (3); Određivanje udjela kisika u talini sivih željeznih ljevova (3); Ispitivanje kemijskog sastava (2); Proračun uloška za talioničke agregate (4); Posjet ljevaonicama željeznih, neželjeznih i čeličnih ljevova (7).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima i vježbama (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Odabrati uložne materijale za agregat za taljenje sukladno vrsti lijeva koja se proizvodi i propisanim svojstvima odljevaka	1. kolokvij, 2. kolokvij, usmeni ispit
2.	Definirati tehnologiju taljenja u kupolnim, indukcijskim, elektrolučnim i plamenim pećima	1. kolokvij, 2. kolokvij, usmeni ispit
3.	Odabrati odgovarajuće cjepivo i sredstvo za modifikaciju	1. kolokvij, 2. kolokvij, usmeni ispit
4.	Ispitati kemijski sastav i metaluršku kvalitetu taline	1. kolokvij, 2. kolokvij, usmeni ispit
5.	Odrediti uvjete obrade taline na osnovi analize kemijskog sastava i metalurške kvalitete taline.	1. kolokvij, 2. kolokvij, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. ..., Metals Handbook, Volume 15, Casting, ASM International, Metals Park Ohio, 2008.
2. ..., Aluminium Casting Technology, AFS, Des Plaines, Illinois, 2001.
3. W. J. Jackson, M. W. Hubbard, Steelmaking for Steelfounders, Steel Castings Research and Trade Association, Great Britain, 1979.

**Dopunska literatura:**

1. ..., Cast Iron, ASM International, Materials Park, 1999.
2. ..., Aluminium Permanent Mold Handbook, AFS, Des Plaines, Illinois, 2001.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: TERMODINAMIKA I KINETIKA METALURŠKIH PROCESA**

**ISVU ŠIFRA:** 150654

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 1

**Semestar:** 2

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 6

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 3+0+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 20

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** poznavanje termodinamičkih zakonitosti koje su lijevaču potrebne za razumijevanje fizikalno-kemijskih procesa u materijalu i tehnologija izrade istih, razumijevanje zakonitosti tijekom tehnoloških procesa, sposobnost kvantitativne analize metalurških procesa.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Opća i anorganska kemija.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** koristiti fazne dijagrame, objasniti i razumijeti proces lijevanja i skrućivanja metalnih odljevaka u jednokratnim i trajnim kalupima, povezati svojstva lijevarskih slitina s njihovim strukturama.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** definirati ravnotežne uvjete, primijeniti zakone termodinamike na konkretnim primjerima, objasniti i razlikovati entalpiju, entropiju i slobodnu energiju, primijeniti Gibbsovo pravilo faza, objasniti fazne pretvorbe u metalima i slitinama, koristiti fazne dijagrame, koristiti Richardsonov dijagram, primijeniti Raultov i Henryjev zakon, objasniti topljivost plinova u rastaljenom metalu.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Ravnoteža (2); Plinovi i pare (2); Prvi zakon termodinamike (1); Drugi zakon termodinamike (1); Pomoćne funkcije: Helmholtzova i Gibbsova slobodna energija, termodinamički potencijali, Gibbs-Helmholtzova jednadžba (5); Termodinamika difuzije (2); Toplinski kapacitet (1); Entalpija (2); Entropija (2); Treći zakon termodinamike (1); Fazna ravnoteža: Gibbsovo pravilo faza, fazne pretvorbe, fazni dijagrami (6); Teorija otopina: aktivitet (2), Raultov zakon (2), Henryjev zakon (2), Richardsonov dijagram (2), Topljevost plinova u rastaljenim metalima (4); Reakcijska kinetika (3); Kinetika faznih pretvorbi u metalima (5).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (3,0 ECTS boda), usmeni ispit (2,5 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Definirati ravnotežne uvjete	Kolokviji, usmeni ispit
2.	Primijeniti zakone termodinamike na konkretnim primjerima	Kolokviji, usmeni ispit
3.	Objasniti i razlikovati entalpiju, entropiju i slobodnu energiju	Kolokviji, usmeni ispit
4.	Primijeniti Gibbsovo pravilo faza	Kolokviji, usmeni ispit
5.	Objasniti fazne pretvorbe u metalima i slitinama	Kolokviji, usmeni ispit
6.	Koristiti fazne dijagrame	Kolokviji, usmeni ispit
7.	Koristiti Richardsonov dijagram	Kolokviji, usmeni ispit
8.	Primijeniti Raultov i Henryjev zakon	Kolokviji, usmeni ispit
9.	Objasniti topljivost plinova u rastaljenom metalu	Kolokviji, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. V. Gontarev, Termodinamika materialov, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana 2005.
2. M. Spasić, D. Vučurović, Teorija metalurških procesa, I deo, Tehnološko – metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1978.

**Dopunska literatura:**

1. D. R. Gaskell, Introduction to the Thermodynamics of Materials, Fourth Edition, Taylor & Francis, London, 2003.
2. J. Burke, The Kinetics of Phase Transformations in Metals, Pergamon Press, 1980.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: TOPLINSKA OBRADA**

**ISVU ŠIFRA:** 157133

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 4

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+0+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** razumijevanje utjecaja legirnih elemenata na parametre i rezultate toplinske obrade, sposobnost definiranja parametara žarenja, normalizacije, gašenja, kaljenja, popuštanja i uklanjanja zaostalih naprezanja čeličnih odljevaka i odljevaka od sivih željeznih ljevova, definiranje parametara toplinske obrade odljevaka od bijelih željeznih ljevova, definiranje parametara toplinske obrade odljevaka od aluminijskih ljevova.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Osnove fizikalne metalurgije, Termodinamika i kinetika metalurških procesa, Toplotehnika, Osnove skrućivanja i razvoja mikrostrukture, Tehnologija lijevanja željeznih metala, Tehnologija lijevanja obojenih metala.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** definirati parametre toplinske obrade odljevaka od željeznih, čeličnih i aluminijskih ljevova, razlikovati mikrostrukturne konstituente u željeznim i neželjeznim slitinama, koristiti fazne dijagrame, povezati mikrostrukturna i uporabna svojstva odljevaka.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** prepoznati faze i strukture u željeznim i neželjeznim slitinama, objasniti utjecaj legirnih elemenata na mikrostrukturu i svojstva željeznih i neželjeznih slitina, definirati parametre žarenja, normalizacije, kaljenja i popuštanja čeličnih odljevaka te uklanjanja zaostalih naprezanja ovisno o kemijskom sastavu, strukturi i zahtijevanim svojstvima odljevaka, definirati parametre žarenja, normalizacije, gašenja i popuštanja odljevaka od željeznih ljevova s grafitom te uklanjanja zaostalih naprezanja ovisno o kemijskom sastavu, strukturi i zahtijevanim svojstvima odljevaka, definirati parametre toplinske obrade odljevaka od bijelih željeznih ljevova ovisno o kemijskom sastavu, strukturi i zahtijevanim svojstvima odljevaka, definirati parametre toplinske obrade odljevaka od aluminijskih slitina ovisno o kemijskom sastavu, strukturi i zahtijevanim svojstvima odljevaka.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Faze i strukture (4); Razlaganje austenita (2); Utjecaj legirnih elemenata (3); Toplinska obrada odljevaka od čelika: žarenje, normalizacija, prokaljivost, gašenje, kaljenje, popuštanje, uklanjanje zaostalih naprezanja (6); Toplinska obrada odljevaka od željeznih ljevova s grafitom: uklanjanje zaostalih naprezanja, žarenje, normalizacija, gašenje, popuštanje (5); Toplinska obrada temperiranog lijeva (1), Toplinska obrada bijelih željeznih ljevova (3), Toplinska obrada odljevaka od Al-slitina (6).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Prepoznati faze i strukture u željeznim i neželjeznim slitinama	Kolokviji i usmeni ispit
2.	Objasniti utjecaj legirnih elemenata na mikrostrukturu i svojstva željeznih i neželjeznih slitina	Kolokviji i usmeni ispit
3.	Definirati parametre žarenja, normalizacije, kaljenja i popuštanja čeličnih odljevaka te uklanjanja zaostalih naprezanja ovisno o kemijskom sastavu, strukturi i zahtjevanim svojstvima odljevaka	Kolokviji i usmeni ispit
4.	Definirati parametre žarenja, normalizacije, gašenja i popuštanja odljevaka od željeznih ljevova s grafitom te uklanjanja zaostalih naprezanja ovisno o kemijskom sastavu, strukturi i zahtjevanim svojstvima odljevaka	Kolokviji i usmeni ispit
5.	Definirati parametre toplinske obrade odljevaka od bijelih željeznih ljevova ovisno o kemijskom sastavu, strukturi i zahtjevanim svojstvima odljevaka	Kolokviji i usmeni ispit
6.	Definirati parametre toplinske obrade odljevaka od aluminijskih slitina ovisno o kemijskom sastavu, strukturi i zahtjevanim svojstvima odljevaka	Kolokviji i usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. ..., Metals Handbook, Volume 15, Casting, ASM International, Metals Park Ohio, 2008.
2. D. Krumes, Toplinska obradba, Strojarski fakultet, Slavonski Brod, 2000.

**Dopunska literatura:**

1. G. Krauss, Principles of Heat Treatment of Steel, ASM, Metals Park, Ohio, 1980.
2. R. Elliott, Cast Iron Technology, Butterwort & Co, London, 1988.
3. ..., Aluminium Casting Technology, AFS, Des Plaines, Illinois, 2001.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: TOPLOTEHNIKA**

**ISVU ŠIFRA:** 150656

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 1

**Semestar:** 2

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+2+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 20

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 1,5 %

**Ciljevi predmeta:** razumijevanje osnovnih fizikalnih i kemijskih zakona koji vladaju pri procesu sagorijevanja i prijenosa topline, sposobnost optimizacije procesa taljenja i zagrijavanja.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Opća i anorganska kemija i Fizika.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** objasniti prijenos topline pri taljenju i zagrijavanju u ljevaoničkim agregatima, analizirati rezultate rada talioničkih agregata i optimizirati proces taljenja.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** objasniti procese izgaranja krutih i plinovitih goriva u talioničkim agregatima, objasniti prijenos topline pri taljenju i zagrijavanju u ljevaoničkim agregatima, opisati postupak taljenja krutih uložnih materijala u indukcijskim i elektrolučnim pećima pomoću električne energije, analizirati iskorištenje energije tijekom taljenja i zagrijavanja, optimizirati proces taljenja i zagrijavanja.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Opća razmatranja o zahtjevima i toplotehničkim procesima u pećima koje se primjenjuju u ljevarstvu (3); Toplina i temperatura (2); Goriva (2); Izgaranje (2); Termodinamika sagorijevanja (3); Gorionici (2); Analiza plinova (2); Proces zagrijavanja (3); Električna energija kao izvor topline za zagrijavanje i taljenje (2); Prijenos topline (3); Korisna toplina i gubitci topline (1); Optimizacija procesa taljenja i zagrijavanja (3); Iskorištenje topline otpadnih dimnih plinova (2).

Vježbe: Računski primjeri iz industrijske prakse vezani za procese prijenosa topline tijekom taljenja (15); Računski primjeri iz industrijske prakse vezani za procese prijenosa topline tijekom zagrijavanja (15).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.



**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima i vježbama (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Objasniti procese izgaranja krutih i plinovitih goriva u talioničkim agregatima	Kolokvij, usmeni ispit
2.	Objasniti prijenos topline pri taljenju i zagrijavanju u ljevaoničkim agregatima	Kolokvij, usmeni ispit
3.	Opisati postupak taljenja krutih uložnih materijala u indukcijskim i elektrolučnim pećima pomoću električne energije	Kolokvij, usmeni ispit
4.	Analizirati iskorištenje energije tijekom taljenja i zagrijavanja	Kolokvij, usmeni ispit
5.	Optimizirati proces taljenja i zagrijavanja	Kolokvij, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. W. Lehnert, Toplotehničke osnove za industrijske peći, Metalurški fakultet, Sisak 2001.
2. ..., Foundry Energy Management, AFS, Des Plaines, Illinois, 1982.

**Dopunska literatura:**

1. J. Ward, R. Collin, Industrial Furnace Technology, University of Glamorgan, 2003.
2. ..., Ljevački priručnik, Savez Ljevača Hrvatske, Zagreb, 1985.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: UPRAVLJANJE KVALITETOM**

**ISVU ŠIFRA:** 150658

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 1

**Semestar:** 2

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 5

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+2+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 20

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** sposobnost primjene sustava upravljanja kvalitetom u ljevaonicama.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** srednjoškolsko gradivo iz područja upravljanja kvalitetom.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** primijeniti osnovne alate osiguranja kvalitete.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** definirati osnovne pojmove iz osiguranja kvalitete i upravljanja kvalitetom (planiranje, nadziranje, unapređivanje), klasificirati značajke kvalitete procesa, proizvoda i usluge, objasniti troškove kvalitete, interpretirati značajke ISO normi, primijeniti osnovne alate osiguranja kvalitete, analizirati rezultate statističke kontrole procesa, voditi dokumentaciju u sustavu upravljanja kvalitetom.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Norme i sustavi upravljanja kvalitetom: definicija kvalitete, načela upravljanja kvalitetom, opći ciljevi i zadaci, ISO norme (6); Izgradnja sustava upravljanja kvalitetom: politika kvalitete, resursi, podloge i dokumentacija, troškovi kvalitete, akreditacija i certifikacija (8); Upravljanje kvalitetom u industrijskoj praksi: nivo dokumentacije, planovi kvalitete, odnos kupac-dobavljač, ulazna kontrola, procesna kontrola, završna kontrola, definiranje neusklađenog proizvoda, poboljšanje procesa (10); Metode sustava upravljanja kvalitetom i izbora prioriteta: Demingov krug kvalitete, Shewhartov pristup, Ishikov dijagram, Pareto analiza (6). Vježbe: Razlike u izgradnji sustava upravljanja kvalitetom za različite procese (15); Mjerljivi indeksi sposobnosti procesa (3); Primjena Shewhartovih kontrolnih karata (4); Pareto analiza (4); Primjena SPC (Statistical Process Control) programskih paketa (4) .

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima i vježbama (> 70,0 %).

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,5 ECTS bodova), kolokviji (2,5 ECTS boda), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Definirati osnovne pojmove iz osiguranja kvalitete i upravljanja kvalitetom (planiranje, nadziranje, unapređivanje)	1. kolokvij
2.	Klasificirati značajke kvalitete procesa, proizvoda i usluge	1. vježba, 1. i 2. kolokvij, pismeni ispit, usmeni ispit
3.	Objasniti troškove kvalitete	2. kolokvij, pismeni ispit, usmeni ispit
4.	Interpretirati značajke ISO normi	2. kolokvij, pismeni ispit, usmeni ispit
5.	Primijeniti osnovne alate osiguranja kvalitete	3. kolokvij, pismeni ispit, usmeni ispit
6.	Analizirati rezultate statističke kontrole procesa	Vježbe 2.-5., 3. kolokvij, pismeni ispit, usmeni ispit
7.	Voditi dokumentaciju u sustavu upravljanja kvalitetom	3. kolokvij, pismeni ispit, usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. F. Dusman, Osiguranje kvalitete u industrijskoj proizvodnji, FSB, interna skripta, Zagreb.
2. ISO 9000 sustavi upravljanja kakvoćom, Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb 1996.

**Dopunska literatura:**

1. Međunarodna norma ISO 9001: 2000
2. Međunarodna norma ISO 14001:2001

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: UVOD U PODUZETNIŠTVO**

**ISVU ŠIFRA:** 150649

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 1

**Semestar:** 1

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 3

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+0+1+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 20

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 1,5 %

**Ciljevi predmeta:** upoznavanje studenata sa osnova poduzetništva.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** srednjoškolsko gradivo iz područja ekonomike i organizacije poduzeća te poduzetništva.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** analizirati rezultate poslovanja poduzeća.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** definirati osnovne elemente za osnivanje i organizaciju poduzeća (analiza tržišta, ideja, lokacija, financiranje, biznis plan), osmisliti marketing poduzeća, analizirati rezultate poslovanja poduzeća (prihodi i rashodi, cijena koštanja, račun dobiti/gubitaka, financijski tok, rentabilnost poduzeća).

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Prednosti i nedostaci pravnih oblika poduzetništva (2); Rezultati poslovanja poduzeća: prihodi i rashodi, cijena koštanja, račun dobiti/gubitaka, bilanca, financijski tok, rentabilnost poduzeća, reproduktivna sposobnost poduzeća (8); Poduzetnički pothvat: vrste poduzetničkog pothvata (kupnja postojećeg posla, pokretanje novog posla), marketing poduzetništva (istraživanje poduzetničkih mogućnosti, analiza tržišta, lokacija), financiranje (kalkulacija i planiranje, obrtna sredstva, izvori financiranja i financijsko okruženje poduzeća) (8); Program ulaganja (biznis plan): pojam biznis plana, sadržaj biznis plana, metodologija izrade biznis plana (6); Izrada biznis plana (ogledni primjeri) (3); Upravljanje poduzećem (3).

Seminarski rad: Detaljnije upoznavanje s poduzetništvom u razvijenim zemljama, planiranjem, programima ulaganja, biznis planom, kalkulacijom cijena, mjerilima uspješnosti poslovanja poduzeća (5). Izrada seminarskog rada iz navedenih područja (10).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i seminarski rad, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i izraditi seminarski rad.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,3 ECTS boda), seminarski rad (0,7 ECTS bodova), usmeni ispit (2,0 ECTS boda).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i seminarski rad. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na seminarskom radu i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Definirati osnovne elemente za osnivanje i organizaciju poduzeća (analiza tržišta, ideja, lokacija, financiranje, biznis plan)	1. kolokvij
2.	Osmisliti marketing poduzeća	1. kolokvij
3.	Analizirati rezultate poslovanja poduzeća (prihodi i rashodi, cijena koštanja, račun dobiti/gubitaka, financijski tok, rentabilnost poduzeća)	1. i 2. kolokvij, seminarski rad

**Obvezna literatura:**

1. I. Vajić, Management i poduzetništvo, Centar za poduzetništvo Zagreb, 1994.
2. F. Ruža, V. Veselica, Ekonomika poduzeća, Varaždin 2002.

**Dopunska literatura:**

1. P. Sikavica, M. Novak, Poslovna organizacija, Informator, Zagreb, 1999.
2. V. Žanić, Vodič za poduzetnike, Ministarstvo gospodarstva RH, Zagreb, 1999.
3. V. Brkanić i sur., Računovodstvo poduzetnika, Zagreb 2008.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

**Naziv predmeta: ZAVARIVANJE**

**ISVU ŠIFRA:** 157494

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 3

**Semestar:** 5

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 4

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+1+0+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 15

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** razumijevanje utjecaja kemijskog sastava na zavarljivost odljevaka od željeznih i neželjeznih ljevova, sposobnost definiranja pripreme materijala za zavarivanje, sposobnost odabira adekvatnog postupka zavarivanja odljevaka, sposobnost analize grešaka u zavarenim spojevima.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** znanja stečena u okviru predmeta Osnove skrućivanja i razvoja mikrostrukture, Tehnologija lijevanja željeznih metala, Tehnologija lijevanja obojenih metala, Toplinska obrada i Ispitivanje materijala.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** odabrati odgovarajući postupak i parametre reparaturnog zavarivanja ovisno o vrsti greške i vrsti materijala koji se zavaruje, prepoznati vrstu greške na odljevku.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** opisati osnovne postupke zavarivanja i vrste zavarenih spojeva, definirati zavarljivost, objasniti utjecaj kemijskog sastava na zavarljivost, odrediti odgovarajući tip elektrode za zavarivanje ovisno o vrsti materijala koji se zavaruje, klasificirati dodatne i pomoćne materijale kod zavarivanja, odrediti potrebnu snagu za zavarivanje te izračunati potrošak dodatnog materijala kod zavarivanja električnim lukom, klasificirati pogreške kod zavarivanja i opisati metode nadziranja kvalitete zavarivanja, primijeniti postupak plinskog i elektrolučnog zavarivanja.

**Sadržaj predmeta razrađen prema satnici nastave:** Predavanja: Definicija i pregled postupaka zavarivanja (1); Vrste zavarenih spojeva (1) Utjecaj kemijskog sastava na zavarivost (4); Priprema za zavarivanje (1); Odabir odgovarajućih elektroda za zavarivanje (2); Plinsko zavarivanje (2); Elektrolučni postupci zavarivanja (ručno elektrolučno, pod zaštitnim plinom, pod zaštitom praha) (3); Elektrootporno zavarivanje (2); Ponašanje željeznih ljevova, obojenih metala i legura tijekom zavarivanja (4); Reparaturno zavarivanje (3); Toplinska obrada nakon zavarivanja (3); Greške u zavarenim spojevima (3), Sigurnost i zaštita pri zavarivanju (1).

Vježbe: Zavarivanje odljevaka od željeznih ljevova (5); Zavarivanje odljevaka od neželjeznih ljevova (5); Kontrola zavarenog spoja (5).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i vježbe, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i obaviti vježbe.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,3 ECTS bodova), kolokviji (2,0 ECTS boda), usmeni ispit (1,7 ECTS bodova).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na kolokvijima i usmenom ispitu te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Opisati osnovne postupke zavarivanja i vrste zavarenih spojeva	Kolokviji i usmeni ispit
2.	Definirati zavarljivost	Kolokviji i usmeni ispit
3.	Objasniti utjecaj kemijskog sastava na zavrljivost	Kolokviji i usmeni ispit
4.	Odrediti odgovarajući tip elektrode za zavarivanje ovisno o vrsti materijala koji se zavaruje	Kolokviji i usmeni ispit
5.	Klasificirati dodatne i pomoćne materijale kod zavarivanja	Kolokviji i usmeni ispit
6.	Odrediti potrebnu snagu za zavarivanje te izračunati potrošak dodatnog materijala kod zavarivanja električnim lukom	Kolokviji i usmeni ispit
7.	Klasificirati pogreške kod zavarivanja i opisati metode nadziranja kvalitete zavarivanja	Kolokviji i usmeni ispit
8.	Primjeniti postupak plinskog i elektrolučnog zavrivanja	Kolokviji i usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. M. Gojić, Tehnike spajanja i razdvajanja materijala, Metalurški fakultet, Sisak, II. nepromijenjeno izdanje, 2008.
2. ..., Metals Handbook, Volume 15, Casting, ASM International, Metals Park Ohio, 2008.

**Dopunska literatura:**

1. I. Lukačević, Zavarivanje, Strojarski fakultet Slavonski Brod, 1998.
2. I. Juraga, M. Živčić, M. Gracin, Reparturno zavarivanje, vlastita naklada, Zagreb, 1994.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).



**Naziv predmeta: ZBRINJAVANJE I OPORABA LJEVAONIČKIH MATERIJALA**

**ISVU ŠIFRA:** 157128

**Status predmeta:** obvezni

**Godina studija:** 2

**Semestar:** 3

**Bodovna vrijednost (ECTS):** 4

**Način izvođenja nastave (P + V + S + e-učenje):** 2+0+1+1

**Očekivani broj studenata na predmetu:** 17

**Razina primjene e-učenja:** razina 1

**Postotak izvođenja predmeta *on-line*:** 5,0 %

**Ciljevi predmeta:** razumijevanje utjecaja ljevaonica na okoliš, sposobnost definiranja metoda i postupaka za zbrinjavanje i uporabu ljevaoničkog otpada, sposobnost analize rezultata mjerenja onečišćenja okoliša, sposobnost definiranja metoda za smanjenje štetnih utjecaja ljevaonica na okoliš.

**Ulazne kompetencije potrebne za predmet:** srednjoškolsko gradivo iz područja ekologije.

**Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi:** prepoznati izvore onečišćenja okoliša u ljevaonici, prepoznati tvari u ljevaonici štetne po okoliš, opisati postupke odlaganja i zbrinjavanja opasnog i neopasnog ljevaoničkog otpada.

**Očekivani ishodi učenja na razini predmeta:** objasniti utjecaj ljevaonica na okoliš, definirati izvore onečišćenja okoliša u ljevaonici, definirati tvari u ljevaonici štetne po okoliš i zdravlje ljudi, opisati postupke odlaganja i zbrinjavanja opasnog i neopasnog ljevaoničkog otpada, prepoznati mogućnosti uporabe pojedinih vrsta ljevaoničkog otpada (ljevaonički pijesak), opisati postupke za smanjenje količine opasnog i neopasnog otpada u ljevaonici te smanjenje štetnih utjecaja na okoliš.

**Sadržaj predmeta razraden prema satnici nastave:** Predavanja: Utjecaj ljevaonica na okoliš (3); Zakonski propisi i regulative iz područja zaštite okoliša (3); Ljevaonički otpad (3); Zbrinjavanje čvrstog metalnog otpada (3); Oporaba čvrstog metalnog otpada (3); Zbrinjavanje troske (2); Oporaba troske (2); Zbrinjavanje prašine (1); Oporaba prašine (1); Zbrinjavanje istrošenog ljevaoničkog pijeska (2); Oporaba istrošenog ljevaoničkog pijeska (2); Mjerenja onečišćenja okoliša (2); Mogućnosti smanjenja štetnih utjecaja na okoliš (3).

Seminar: Detaljnije upoznavanje sa utjecajima ljevaonica na okoliš, tehnikama i opremom za smanjenje emisije štetnih tvari u okoliš, zbrinjavanjem pojedinih vrsta ljevaoničkog otpada, uporabom pojedinih vrsta ljevaoničkog otpada (5). Izrada seminarskog rada iz navedenih područja (10).

**Vrsta izvođenja nastave:** predavanja i seminarski rad, nastava uz pomoć ICT-a.

**Obveze studenata:** studenti moraju prisustvovati na predavanjima (> 70,0 %) i izraditi seminarski rad.

**Udio ECTS bodova raspoređen prema različitim oblicima praćenja studenata:** pohađanje nastave (0,2 ECTS boda), seminarski rad (1,0 ECTS bod), kolokviji (2,8 ECTS bodova).

**Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu:** tijekom nastave vrjednuje se nazočnost i aktivnost studenata na nastavi, seminarski rad i rezultati na kolokvijima. Izvedbenim planom predmeta detaljno se propisuje vrjednovanje aktivnosti studenata tijekom nastave, na seminarskom radu i kolokvijima te uračunavanje u konačnu ocjenu predmeta.

**Praćenje ostvarenja ishoda učenja na razini predmeta:**

Redni broj	Očekivani ishodi učenja na razini predmeta	Metode praćenja ostvarenja ishoda učenja
1.	Objasniti utjecaj ljevaonica na okoliš	1. kolokvij, seminar, pismeni i usmeni ispit
2.	Definirati izvore onečišćenja okoliša u ljevaonici.	1. kolokvij, seminar, pismeni i usmeni ispit
3.	definirati tvari u ljevaonici štetne po okoliš i zdravlje ljudi	1., 2. kolokvij, seminar, pismeni i usmeni ispit
4.	Opisati postupke odlaganja i zbrinjavanja opasnog i neopasnog ljevaoničkog otpada.	2. kolokvij, seminar, pismeni i usmeni ispit
5.	prepoznati mogućnosti uporabe pojedinih vrsta ljevaoničkog otpada (ljevaonički pijesak)	2. kolokvij, seminar, pismeni i usmeni ispit
6.	opisati postupke za smanjenje količine opasnog i neopasnog otpada u ljevaonici te smanjenje štetnih utjecaja na okoliš	2. kolokvij, seminar, pismeni i usmeni ispit

**Obvezna literatura:**

1. V. Glavač, Uvod u globalnu ekologiju, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2001.
2. N. Injac, Okoliš i njegova zaštita, OSKAR, Zagreb, 2004.
3. M. Omerović, Problemi zaštite okoline u proizvodnji i preradi metala, I dio, Dom štampe, Zenica, 1991.

**Dopunska literatura:**

1. T. E. Graedel, B. R. Allenby, Industrial Ecology, Pearson Education, Inc., New Jersey, 2003.
2. A-M. Bašnec, V. Kopun, Priručnik– Procjena stanja okoliša u gospodarskim subjektima, Kopun, Zagreb, 2004.

**Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih kompetencija:** Ispitivanje poslodavaca, Ispitivanje završenih studenata (prema Priručniku za kvalitetu koji je sastavni dio Pravilnika o sustavu za kvalitetu Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).