

# **DRUGOSTOPENJSKI UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM METALURGIJA IN MATERIALI**

**UNIVERZA V LJUBLJANI,  
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA MATERIALE IN METALURGIJO**

**Predstavitev študijskega programa:**

## **1. Podatki o študijskem programu:**

Drugostopenjski univerzitetni študijski program METALURGIJA IN MATERIALI traja 2 leti (4 semestre) in obsega skupaj 120 kreditnih točk po sistemu ECTS

Strokovni naslov, ki ga pridobi diplomant je:

**Magister inženir metalurgije in materialov /  
magistrica inženirka metalurgije in materialov**

## **2. Temeljni cilji programa in splošne kompetence**

Študijski program je nov in nadomešča 'nebolonjski' študijski program Materialov in metalurgije. Temeljni cilj magistrskega študijskega programa Materiali in Metalurgija je usposobiti strokovnjaka, ki bo pridobil poglobljena in usmerjena znanja in sposobnosti iz temeljnih področij metalurgije in materialov, glede na izbiro izbirnih predmetov pa še posebej poglobljena znanja iz posameznega področja metalurgije in materialov ali s tem povezanega področja. V okviru študija bo študent spoznal tradicionalna načela nadgrajena z najnovejšimi dognanji, posredovana na sodoben način, s sodobno tehnologijo.

### ***Temeljni cilj:***

Cilj programa je izobraziti magistre s področja Metalurgije in materialov za delo v gospodarskih družbah, javnih, izobraževalnih, znanstveno-raziskovalnih inštitucijah. K temu cilju so usmerjena vsa izhodišča za preverjanje učnih izidov študentov.

Z delom v skupinah, projektnim delom in problemskih nalogah se bo privajal dela v skupini, javnega nastopanja ter poslovanja s strankami in se aktivno vključeval v raziskave. Vsa pridobljena teoretična znanja bo v največji možni meri preskusil na primerih vaj in reševanju zahtevnih teoretičnih ali strokovno usmerjenih problemov in projektov, kar mu bo omogočalo lažjo vključitev v prakso po končanem študiju in razumevanje problematik ožjih področij materialov in metalurgije. Študent osvoji potrebna poglobljena in usmerjena znanja iz

temeljnih naravoslovnih in računalniško-informacijskih predmetov, nadgradil bo znanja iz temeljnih predmetov metalurške stroke in specifična znanja iz strokovnih predmetov. V okviru predmetnika in izbirnih predmetov je študentu omogočena specializacija in tudi priprava za nadaljevanje študija po programih na tretji stopnji.

### ***Splošne kompetence:***

Splošne kompetence:

Naziv magister inženir materialov in metalurgija / magistrica inženirka metalurgije in materialov bomo podelili študentom, ki so v ustreznem postopku ocenjevanja pokazali, da:

- obvladujejo temeljna teoretična znanja naravoslovno-matematičnih ved kemije, fizike, mehanike, matematike in informatike, primerljivo z najboljšimi, panožno sorodnimi evropskimi univerzami;
- so osvojili in uporabljajo temeljna strokovna znanja interdisciplinarno povezanih področij, značilnih za delovanje metalurških tehnologij, za odgovorno in kakovostno vodenje tehnologij, njihove kontrole in opozarjanja na možnosti izboljšav in inovacij;
- imajo razvito sposobnost komuniciranja s sodelavci in strokovnjaki sorodnih disciplin, kar jim omogoča aktivno sodelovanje v multidisciplinarnih skupinah;
- so pridobili takšen standard znanj in kompetenc, s katerimi bodo lahko vstopili v cikel sklopov predavanj doktorskih programov;
- so sposobni analize, sinteze in razumevanja vpliva tehniških rešitev na okoljske in socialne odnose;
- so sposobni razumeti načela vodenja in razumeti poslovno prakso;
- so sposobni razumeti svojo poklicno in etično odgovornost;
- so sposobni samostojnega učenja in imajo potrebo po vseživljenjskem učenju.

### **3. Pogoji za vpis in merila za izbiro ob omejitvi vpisa**

V drugostopenjski magistrski študijski program Metalurgija in Materiali se lahko v skladu s členi 38a, 38b in 41 Zakona o visokem šolstvu in členom 115 Statuta UL vpiše, kdor je končal:

- a) študijski program prve stopnje s področja metalurgije in materialov,
- b) študijski program prve stopnje z drugih tehničnih in naravoslovnih strokovnih področij (strojništva, kemije, fizike in podobno), če kandidat pred vpisom opravi študijske obveznosti, ki so bistvene za nadaljevanje študija v obsegu 20-60 KT, kandidati pa jih lahko opravijo med študijem na 1. stopnji ali z opravljanjem izpitov pred vpisom v magistrski študij; za kandidate z drugih tehničnih strokovnih področij Študijska komisija NTF določi diferencialne izpite na podlagi opravljenih izpitov na I. stopnji dodiplomskega študija.
- c) visokošolski strokovni študijski program prve stopnje s področja Metalurške tehnologije, če kandidat pred vpisom opravi študijske obveznosti, ki so bistvene za nadaljevanje študija v obsegu 20-60 KT, kandidati pa jih lahko opravijo med študijem na 1. stopnji ali z opravljanjem izpitov pred vpisom v magistrski študij.
- d) visokošolski strokovni študijski program po starem programu s področja Metalurške tehnologije, če kandidat pred vpisom opravi študijske obveznosti, ki so bistvene za nadaljevanje študija v obsegu 20 KT.

e) visokošolski strokovni študijski program po staremu programu z drugih tehničnih in naravoslovnih področij (strojništva, kemije, fizike in podobno), če kandidat pred vpisom opravi študijske obveznosti, ki so bistvene za nadaljevanje študija v obsegu 20-60 KT, kandidati pa jih lahko opravijo med študijem na 1. stopnji ali z opravljanjem izpitov pred vpisom v magistrski študij; za kandidate z drugih tehničnih strokovnih področij Študijska komisija NTF določi diferencialne izpite na podlagi opravljenih izpitov na I. stopnji dodiplomskega študija.

Študijske obveznosti bistvene za nadaljevanje študija (točke b,c,d in e) določi študijska komisija Oddelka za materiale in metalurgijo.

#### ***V primeru omejitve vpisa bodo***

Število vpisnih mest je 50. V primeru omejitve vpisa bo pogoj zaključena ocena študija na 1. stopnji. Pri omejitvi vpisa se študente izbira glede na dotedanji uspeh (70 % prinese povprečna ocena ter 30 % diplomsko delo). Najmanjše število vpisanih v letnik za izvajanje študija je 10.

#### **4. Merila za priznavanje znanj in spretnosti, pridobljenih pred vpisom v program**

Študentu se lahko priznajo znanja, ki po vsebini ustrezajo učnim vsebinam predmetov v programu Inženirstvo materialov, pridobljena v različnih oblikah izobraževanja. O priznavanju znanj in spretnosti, pridobljenih pred vpisom, odloča Senat NTF ali organ, ki ga določi Senat fakultete, na podlagi pisne vloge študenta, priloženih spričeval in drugih listin, ki dokazujejo uspešno pridobljeno znanje ter vsebino teh znanj.

Pri priznavanju znanja, pridobljenega pred vpisom, bo Senat NTF ali organ, ki ga določi Senat fakultete upošteval naslednja merila:

- ustreznost pogojev za pristop v različne oblike izobraževanja (zahtevana predhodna izobrazba za vključitev v izobraževanje),
- primerljivost obsega izobraževanja (število ur predhodnega izobraževanja glede na obseg predmeta), pri katerem se obveznost priznava,
- ustreznost vsebine izobraževanja glede na vsebino predmeta, pri katerem se obveznost priznava.

Pridobljena znanja se lahko priznajo kot opravljena obveznost, če je bil pogoj za vključitev v izobraževanje skladen s pogoji za vključitev v program Inženirstvo materialov, če je predhodno izobraževanje obsegalo najmanj 75 % obsega predmeta in najmanj 75 % vsebin ustreza vsebinam predmeta, pri katerem se priznava študijska obveznost. V primeru, da komisija ugotovi, da se pridobljeno znanje lahko prizna, se to ovrednoti z enakim številom točk po ECTS, kot znaša število kreditnih točk pri predmetu.

#### **5. Pogoji za napredovanje po programu**

Študent se lahko vpiše v višji letnik, če je do izteka študijskega leta opravil z učnimi načrti predpisane obveznosti v obsegu najmanj 48 kreditnih točk po ECTS.

Študent se lahko izjemoma vpiše v višji letnik, tudi če ni opravil vseh obveznosti, določenih s študijskim programom za vpis v višji letnik, kadar ima za to opravičene razloge, ki jih določa 153. člen Statuta UL (materinstvo, daljša bolezen, izjemne družinske in socialne okoliščine, priznan status osebe s posebnimi potrebami, aktivno sodelovanje na vrhunskih strokovnih, kulturnih in športnih prireditvah, aktivno sodelovanje v organih univerze).

Pod pogoji iz prejšnjega odstavka se študent lahko vpiše v višji letnik, če zbere najmanj 30 kreditnih točk po ECTS. O vpisu iz prejšnjega odstavka odloča Študijska komisija UL NTF. Študentu, ki pri študiju izkazuje nadpovprečne študijske rezultate, se omogoči hitrejše napredovanje. Sklep o tem sprejme senat NTF na podlagi prošnje kandidata in obrazloženega mnenja Študijske komisije NTF. S sklepom se določi način hitrejšega napredovanja. Za ponavljanje letnika mora študent zbrati najmanj 30 KT.

## **6. Pogoji za dokončanje študija**

Študent konča študij, ko opravi vse predpisane obveznosti v obsegu 120 kreditnih točk po ECTS in s tem pridobi strokovni naslov magister/magistrica inženir/-ka metalurgije in materialov oz. z okrajšavo mag. inž. metal. in mater..

### **6.1 Prehodi med študijskimi programi**

S preходом se razume prenehanje študentovega izobraževanja v študijskem programu, v katerega se je vpisal, ter nadaljevanje izobraževanja v novem študijskem programu, v katerem se vse ali del obveznosti, ki jih je študent že opravil v prvotnem študijskem programu, priznajo kot opravljene obveznosti novega študijskega programa (Merila za prehode med študijskimi programi (Uradni list RS, št. 45/94)).

Opravljen izpit v prvotnem študijskem programu se prizna kot opravljen izpit v novem študijskem programu, če je usklajenost vsebin obeh predmetov vsaj 75 %. Pri kreditnem vrednotenju posameznega letnika (60 kreditnih točk) se priznani izpit vrednoti s kreditnimi točkami v prvotnem študijskem programu, a ne z več kreditnimi točkami, kot je ovrednoten v novem študijskem programu Metalurgija in Materiali. Za prehod iz prejšnjega odstavka se ne šteje sprememba študijskega programa zaradi neizpolnitve obveznosti v prejšnjem študijskem programu.

V magistrskem študijskem programu druge stopnje Metalurgija in Materiali so predvideni prehodi:

- iz magistrskih študijskih programov druge stopnje s področja materialov in metalurgije ali sorodnih študijskih programov (tehničnih in naravoslovnih),
- za diplomante univerzitetnih študijskih programov s področja materialov in metalurgije ali sorodnih študijskih programov (tehničnih in naravoslovnih), ki so bili sprejeti po letu 1994 in
- za diplomante visokošolskih študijskih programov materialov in metalurgije ali sorodnih študijskih programov (tehničnih in naravoslovnih), ki so bili sprejeti pred letom 1994.

V 2. letnik magistrskega študijskega programa druge stopnje Metalurgija in Materiali se lahko prepiše študent, če:

- izpolnjuje pogoje za vpis v ta študijski program,
- so na voljo prosta mesta,
- je v celoti opravil študijske obveznosti v nižjem letniku na prvotnem programu in
- če se obseg vsebin magistrskega študijskega programa druge stopnje Metalurgija in Materiali od vsebin 1. letnika prvotnega študijskega programa ne razlikuje za več kot 30 kreditnih točk.

Skladno s Pravilnikom o preverjanju in ocenjevanju znanja na UL NTF lahko Študijska komisija študentu predpiše dodatne obveznosti (diferencialne izpite) in rok, do kdaj mora študent te obveznosti opraviti.

Študijska komisija NTF lahko v tem primeru študentu prizna del izpitov, ki jih je opravil na prvotnem študijskem programu in niso predvideni v novem študijskem programu (Metalurgija in Materiali) na račun izbirnosti zunaj UL NTF.

Če študent prehaja na študijski program Metalurgija in Materiali iz magistrskih programov II. stopnje, ki jih izvaja UL NTF, lahko Študijska komisija prizna študentu tudi določene »strokovne« izpite iz prejšnjega programa na račun izbirnosti znotraj UL NTF.

V 2. letnik magistrskega študijskega programa druge stopnje Metalurgija in Materiali se lahko vpišejo tudi diplomanti univerzitetnih študijskih programov s področja materialov in metalurgije ali sorodnih študijskih programov (tehničnih), ki so bili sprejeti po letu 1994 ter diplomanti visokošolskih študijskih programov metalurške tehnologije ali sorodnih študijskih programov (tehničnih), ki so bili sprejeti pred letom 1994.

Študijska komisija lahko predpiše študentu dodatne obveznosti (diferencialne izpite) do 40 kreditnih točk, ki jih mora opraviti do zaključka novega študija, lahko pa upošteva kandidatove morebitne strokovne ali znanstvene objave ter delovne izkušnje pri delu v praksi.

## **7. Načini ocenjevanja**

Znanje študentov se preverja in ocenjuje po posameznih predmetih tako, da se učni proces pri vsakem predmetu konča s preverjanjem znanja. Preverjanje in ocenjevanje se izvaja z ustnimi/pisnimi izpit, kolokviji, seminarskimi in projektnimi nalogami. Učni načrti predmetov določajo študijske obveznosti študentov ter oblike in način preverjanja znanja. Različne oblike sprotnega preverjanja znanja, ki so opredeljene v učnih načrtih predmetov, se upoštevajo pri končni izpitni oceni.

Pri ocenjevanju se uporablja ocenjevalna lestvica skladno s Statutom Univerze v Ljubljani.

Ocenjevalna lestvica je od 6-10 (pozitivno) oz 1-5 (negativno). Pri ocenjevanju se upošteva Statut Univerze v Ljubljani in izpitni režim Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani. Uporablja se sledeča ocenjevalna lestvica z ocenami:

10	- 91-100 %; odlično, izjemni rezultati z zanemarljivimi napakami,
9	- 81-90 %; prav dobro, nadpovprečno znanje, vendar z nekaj napakami,
8	- 71-80 % ; prav dobro, solidni rezultati,
7	- 61-70 %; dobro, dobro znanje, vendar z večjimi napakami,
6	- 51-60 %; zadostno, znanje ustreza minimalnim kriterijem,
5 do 1	- 50 % in manj; nezadostno, znanje ne ustreza minimalnim kriterijem.

Kandidat uspešno opravi preverjanje znanja, če prejme oceno od zadostno (6) do odlično (10).

Praktikum se ocenjuje z oceno: opravil, ni opravil. Za uspešno opravljen praktikum mora študent opraviti predpisane laboratorijske vaje, izdelati poročilo in ga ustno zagovarjati.

## **8. Možnosti zaposlovanja**

- gospodarstvo

Znanja in usposobljenost magistrów materialov in metalurgije dajejo široke možnosti zaposlovanja v različnih panogah gospodarstva, državni upravi in širše, vključno v raziskovalnih, šolskih in drugih področjih.

Prednost ima zaposlovanje v preoblikovalnih, livarskih, raziskovalnih podjetjih ter drugih bazičnih industrijskih panogah. Podjetja kot so Impol d.o.o., Talum d.d., Acroni d.o.o., Štore Steel d.o.o., Gospodarske zbornice Slovenije in podobno.

- negospodarstvo

Znanja in usposobljenost magistrów metalurgije in materialov dajejo široke možnosti zaposlovanja v različnih panogah gospodarstva, državni upravi in širše, vključno v raziskovalnih, šolskih in drugih področjih.

Prednost ima zaposlovanje v preoblikovalnih, livarskih, raziskovalnih podjetjih ter drugih bazičnih industrijskih panogah. Zaposlitvene potrebe naših magistrantów s področja negospodarstva podajajo mnenja v prilogah Mnenje GZS in Društva livarjev

## **9. Potreba po profilu magistra metalurgije in materialov**

V tej rubriki si lahko pomagamo s podatki o zaposljivosti in brezposelnosti na spletnih straneh Zavoda RS za zaposlovanje in sicer:

<http://apl.ess.gov.si/eSvetovanje/TrgDela/Statistika/Default.aspx?t=0>

## Predmetnik študijskega programa

<b>Seznam predmetov UNI II z nosilci programa</b>			
Zap.št.	Predmet	Nosilec	Ostali izvajalci
<b>I. letnik, 1. semester</b>			
01	Termodinamika materialov II	izr.prof.dr. Jožef Medved	
02	Fizikalna metalurgija II	prof.dr. Boštjan Markoli	
03	Računalniška znanost o materialih	izr.prof.dr. Goran Kugler	
04	Industrijska ekologija in energetika	prof.dr. Borut Kosec	
05	Livarstvo II	izr.prof.dr. Primož Mrvar	
<b>I. letnik, 2. semester</b>			
06	Jeklarstvo II	doc.dr. Matjaž Knap	
07	Preiskava materialov	izr.prof.dr. Milan Bizjak	
08	Preoblikovanje II	prof.dr. Tomaž Rodič	
09	Fizikalna metalurgija jekel	doc. dr. Aleš Nagode	
10	Varjenje	doc.dr. Borut Zorc	izr.prof.dr. Primož Mrvar
11	Mehanska predelava materialov - praktikum	izr.prof.dr. Milan Terčelj	izr.prof.dr. Peter Fajfar
<b>II. letnik, 3. semester</b>			
12	Načrtovanje materialov	prof.dr. Boštjan Markoli	izr.prof.dr. Jožef Medved
13	Tehnologija aluminija	izr.prof.dr. Jožef Medved	doc. dr. Aleš Nagode
14	Kompoziti	doc. dr. Aleš Nagode	prof.dr. Franc Kosel prof.dr. Borut Kosec izr.prof.dr. Primož Mrvar
	Izbirni predmeti		
<b>II. letnik, 4. semester</b>			
	Magistrsko delo		
	<b>Izbirni predmeti</b>		
15	Izbrana poglavja iz višje matematike	izr.prof. dr. Janko Bračič	
16	Mehanika polimerov	prof.dr. Tomaž Rodič	izr.prof.dr. Peter Fajfar
17	Korozijska	izr.prof.dr. Milan Bizjak	izr.prof.dr. Jožef Medved
18	Strukturna keramika	prof.dr. Stanislav Pejovnik	
19	Analiza poškodb	prof.dr. Borut Kosec	doc. dr. Aleš Nagode
20	Materiali v elektroniki in elektrotehniki	izr.prof.dr. Milan Bizjak	
21	Vzdržljivost materialov	izr.prof.dr. Milan Terčelj	
22	Industrijske in procesne peči	prof.dr. Borut Kosec	
23	Vlivanje ingotov in kontinuirno vlivanje	doc.dr. Matjaž Knap	
24	Specialne jeklarske tehnologije	doc.dr. Matjaž Knap	
25	Livarske tehnike	izr.prof.dr. Primož Mrvar	
26	Metalurgija prahov	izr. prof. dr. Milan Bizjak	
27	Meritve in obdelava podatkov	izr.prof.dr. Peter Fajfar	
28	Praksa		

### Kreditno ovrednotenje celotnega programa in posameznih učnih enot

1. SEMESTER	KONTAKTNE URE							ECTS	
	P	S	SV	LV	TD	DO	Σ	ŠOŠ	
Termodinamika materialov II	45	15	30				90	180	6
Fizikalna metalurgija II	45	10		30	30		90	180	6
Računalniška znanost o materialih	45	15	30				90	180	6
Industrijska ekologija in energetika	45	15	30	30	30		90	180	6
Livarstvo II	45	15	10	30	30		90	180	6
<b>Skupaj 1. semester</b>	<b>225</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	<b>55</b>			<b>450</b>	<b>900</b>	<b>30</b>
<b>2. SEMESTER</b>									
Jeklarstvo II	30	20	10	15	15		90	180	6
Preiskava materialov	30			30			60	120	4
Preoblikovanje II	45	10	10	25			90	180	6
Fizikalna met. jekel	45	10		35			90	180	6
Varjenje	30			30			60	120	4
Mehanska predelava materialov -praktikum	30	15	15				60	120	4
<b>Skupaj 2. semester</b>	<b>210</b>	<b>55</b>	<b>65</b>	<b>120</b>			<b>450</b>	<b>900</b>	<b>30</b>
<b>Skupaj 1. in 2. semester</b>							<b>900</b>	<b>1800</b>	<b>60</b>

### 2. LETNIK

3. SEMESTER	KONTAKTNE URE							ECTS	
	P	S	SV	LV	TD	DO	Σ	ŠOŠ	
Načrtovanje materialov	45		30	15			90	180	6
Tehnologija aluminija	45	10	10	20	5		90	180	6
Kompoziti	45		45				90	180	6
Izbirni predmet 1							60	120	4
Izbirni predmet 2							60	120	4
Izbirni predmet 3							60	120	4
<b>Skupaj 3. semester</b>							<b>450</b>	<b>900</b>	<b>30</b>
<b>4. SEMESTER</b>									
Magistrsko delo			45	90			315	450	30
<b>Skupaj 4. semester</b>								<b>450</b>	<b>30</b>
<b>Skupaj 3. in 4. semester</b>							<b>900</b>	<b>150</b>	<b>60</b>

#### Legenda:

P – predavanja, S – seminar, SV – seminarske vaje, LV – laboratorijske vaje, TD – terensko delo, DO – druge oblike dela, v kolikor obstajajo, ETCS – kreditne točke, ŠOŠ – študijska obremenitev na študenta

#### Opomba:

Tabeli po potrebi prekopicajte in dodajajte ali brišite vrstice. Priporočamo, da za vrstici skupaj in delež uporabite formule za izračun. V predmetnik se vključijo vse obveznosti, tudi praktično usposabljanje



in diplomska/magistrska naloga ali doktorska disertacija. Izbirni predmeti se vpišejo kot Izbirni predmet 1, Izbirni predmet 2 ... Izbirni predmeti se nato navedejo v posebni tabeli.

## STROKOVNI IZBIRNI PREDMETI

Strokovni izbirni predmeti	KONTAKTNE URE							ECTS	
	P	S	SV	LV	TD	DO	Σ	Ure skupaj	ECTS
Izbrana poglavja iz višje matematike	30		30				60	120	4
Mehanika polimerov	30		15	15			60	120	4
Korozija	30	15		15			60	120	4
Strukturna keramika	30		30				60	120	4
Analiza poškodb	40		20				60	120	4
Materiali v elektroniki in elektrotehniki	30		30				60	120	4
Vzdržljivost materialov	30	15	15				60	120	4
Industrijske in procesne peči	30		30				60	120	4
Vlivanje ingotov in kontinuirno vlivanje	30	10		20			60	120	4
Specialne jeklarske tehnologije	15	15	10	10	10		60	120	4
Livarske tehnike	30	5	10	10	5		60	120	4
Metalurgija prahov	30	15		15			60	120	4
Meritve in obdelava podatkov	30	10	20				60	120	4
Praksa				60			60	120	4

## 10. Predmetni stebri programa

Letnik	Obvezne vsebine	Izbirne vsebine	Praktično usposabljanje	Diplomska/magistrska naloga ali doktorska disertacija
1. letnik	100 %	/	/	/
2. letnik	30 %	20 %	/	50 %
Skupaj	65 %	10 %	/	25 %

Študentu se lahko priznajo znanja, ki po vsebini in obsegu ustrezajo učnim vsebinam predmetov v programu Metalurgija in materiali. O priznavanju znanj in spretnosti pridobljenih pred vpisom odloča Študijska komisija oddelka za Materiale in Metalurgijo UL NTF na podlagi pisne vloge študenta, priloženih spričeval in drugih listin, ki dokazujejo uspešno pridobljeno znanje ter vsebino teh znanj, ter v skladu s Pravilnikom o postopku in merilih za priznavanje neformalnega pridobljenega znanja in spretnosti, sprejetega na 15. seji Senata UL, 29.5.2007.

Pri priznavanju znanj in spretnosti se:

- upoštevajo spričevala in druge listine o končanih tečajih in drugih oblikah izobraževanja,
- ocenjujejo izdelki, storitve, objave in druga avtorska dela študentov,

- ocenjuje znanje, ki si ga je študent pridobil s samoizobraževanjem ali z izkustvenim učenjem (možnost opravljanja študijskih obveznosti brez udeležbe na predavanjih, vajah, seminarjih),

- upoštevajo ustrezne delovne izkušnje.

V primeru, da Študijski odbor oddelka ugotovi, da se pridobljeno znanje lahko prizna, se to ovrednoti z enakim številom točk po ECTS, kot znaša število kreditnih točk pri predmetu.

Za 12 ECTS lahko študent izbere na kateri koli fakulteti ali univerzi doma ali v tujini.

## **11. Predstavitev posameznih predmetov**

### **TERMODINAMIKA MATERIALOV II**

Termodinamika materialov II je nadgradnja predmeta na prvi bolonjski stopnji Termodinamika materialov I. Predmet obravnava termodinamiko tekočih in trdnih raztopin, kemijska in fazna ravnotežja v materialih, termodinamika in kinetika procesov v raztopinah, ki omogočajo boljše razumevanje procesov v materialih. Pri predmetu se bodo študentje naučili osnov termodinamike faznih diagramov, kinetike ter difuzije ter elektrokemije. Vse razlage so združene z seminarskim delom, simulacijami ter projektnim delom načrtovanja, izdelave in termodinamične karakterizacije materiala.

### **FIZIKALNA METALURGIJA II**

Cilj je študentom dati potrebna fizikalno-metalurška teoretična znanja (podprta s praktičnimi primeri), ki naj jim omogočajo razumevanje značilnosti zgradbe kovinskih materialov, interakcije elementov zgradbe na makro-, mikro- in nanonivoju, procesov strjevanja kovinskih talin in reakcij oz. premen v trdnem stanju. Podane so značilnosti trdnih raztopin in sistematika procesov razmešanja v trdnem podprto z značilnostmi temperaturno odvisnih transportnih procesov v trdninah. Obdelani so osnovni principi oz. mehanizmi deformacije z mikro- in nanonivoja ter interakcije strukturnih elementov oz. napak z drugimi mikro- in nanokonstituenti kot izločki in vključki, kar je podprto s praktičnimi primeri. Jasno je opredeljena in podana povezave med fizikalno-kemijskimi lastnostmi elementov in njihovimi interakcijami v dvo- in trikomponentnih zlitinskih sistemih tehnično najpogosteje uporabljenih zlitin. Obravnavani so elementi konstitucije sistemov in podana je sistematika heterogenih ravnotežij v zlitinskih sistemih. Jasno je opredeljena povezava med konstitucijo zlitinskih sistemov in kemijsko sestavo zlitin ter končno zgradbo pri sobni temperaturi. Študentje se tako usposobijo in pridobijo kompetence na širšem področju fizikalne metalurgije, kar jim omogoča suvereno obravnavo fizikalno-metalurških parametrov, ki odločilo vplivajo na stanja kovinskih materialov in s tem povezanimi lastnostmi.

### **RAČUNALNIŠKA ZNANOST O MATERIALIH**

Vsebina predmeta ustreza predmetu, ki se na tujih univerzah predava pod imenom Computational Materials Science, kjer pridobijo študentje znanja s področja modeliranja in simulacij na mezoskopski, mikroskopski in atomistični prostorski skali. V okviru predmeta bodo obravnavana naslednja poglavja: Uvod: Zakaj modeliranje, Koncept posplošenih funkcij stanja, Numerično modeliranje in simulacije, Kategorije modelov, Atomistični modeli, Molekularna dinamika, Monte Carlo metode, Kinetična Monte Carlo metoda, Analiza in vrednotenje rezultatov atomističnih simulacij, Modeliranje na mikroskopski in mezoskopski prostorski skali, Pottsova Monte Carlo metoda, Metoda faznega polja, Metode sledenja meje, Level set metoda, Celični avtomati, Dislokacijski modeli ter Združevanje simulacij na različnih prostorskih in časovnih skalah. Predstavljeno bo teoretično ozadje ter osnovne ideje obravnavanih metod. Študentje bodo spoznali algoritme in se seznanili z njihovo uporabo na

področju znanosti o materialih in metalurgije. Pri vajah bodo dobili študentje napisane kode za simulacije, ki jih bodo na vajah uporabljali in jo spreminjali. V okviru vaj in seminarja bomo diskutirali tudi o aktualnih in pomembnih znanstvenih člankih s področja modeliranja in jih tudi ovrednotili.

## **INDUSTRIJSKA EKOLOGIJA IN ENERGETIKA**

Industrijska ekologija predstavlja interdisciplinarno in sistematično preučevanje interakcij med industrijskimi in ekološkimi sistemi.

Študent se pri predmetu Industrijska ekologija in energetika spozna z ekološko naravnostjo posameznih tehnoloških procesov in postopkov, pravilnim ravnanjem z odpadki, njihovim vplivom na obremenitev okolja ter s standardi in zakonskimi predpisi s področja varstva okolja.

Seznani se z temeljnimi viri energije, pretvorbami energij, energetske stroji in napravami ter povezavo med energijo in okoljem.

Študent se nauči kompleksne analize ekološko kritičnih mest v proizvodnih procesih. Zbiranja podatkov, njihove analize in prikaza ter modeliranje.

Predmet nudi znanja potrebna za načrtovanje in razvoj okolju prijaznih proizvodov, tehnologij in procesov. Nauči standardnih metod in orodij.

Življenjski krog proizvoda in recikliranje. Analiza: okoljsko, ekonomsko in tehnično vrednotenje. Orodja in tehnike.

Študent se v okviru predmeta usposobi za kompleksno analizo procesov in pojavov s področja industrijske ekologije in energetike ter navaja na samostojno, timsko ter raziskovalno in projektno delo ter uporabo strokovne literature in drugih - sodobnih virov informacij.

## **LIVARSTVO II**

Študent se v okviru predmeta livarstvo II nauči osnovnih pojmov, primerjalnih prednosti litja pred ostalimi izdelovalnimi tehnikami. Spozna osnove konstruiranja livarsko tehnološko ustreznih ulitkov in se seznani s programskimi paketi, spozna in razume procese litja v enkratne in trajne forme gravitacijsko in pod tlakom, zakonitosti strujanja po elementih ulivnega in napajalnega sistema pri polnjenju livne votline in jih izračuna, strjevanje in nastanek notranjih napetosti v ulitku ter odnos s krivljenjem obvladuje za izbrano zlitino s pomočjo ustreznega faznega diagrama, ohlajevalne in dilatometrijske krivulje, nauči se praktične izdelave ulitkov s tehniko gravitacijskega litja v trajne in enkratne forme, spozna in eksperimentira z osnovnimi livarskimi kontrolnimi metodami, analizira elemente mikro in makrostrukture na ulitkih in se seznani s temeljnimi orodij za izračun livarskih procesov, modeliranjem, simulacijami ter karakterizacijo, ki jih aplikativno uporabi pri projektne delu izdelave novega materiala in/ali izdelka.

## **JEKLARSTVO II**

Jeklo je namenjeno različnim področjem uporabe, zato ima različno kemično sestavo. Načrtovana kemična sestava je rezultat uporabe izbire surovin in ferozlitin, procesov oksidacija, dezoksidacije, raztapljanja ferozlitin, sekundarne rafinacije in razplinjenja. Proces izdelave jekla potekajo v glavnem pri neravnotežjih pogojih, pri visokih temperaturah, običajno med 1400 in 1700 °C, v različno velikih reaktorjih, zato bodo procesi obravnavani s stališča kinetike procesov ter prenosa toplote in snovi. Poglobljeno in z več zornih kotov bodo obravnavali posamezne faze izdelave jekla; izbiro ter karakterizacijo surovin in legirnih dodatkov, sestavo talin in žlindre, metalurške procese, ki potekajo v talini, žlindri in na fazni meji med talino-žlindro, preko določitve najprimernejše tehnologije in s tem povezanega metalurškega reaktorja.

## **PREISKAVA MATERIALOV**

V preiskavi materialov obravnavamo drugo veliko skupino t.i. neporušne preiskave, ki so pomembne za inženirske aplikacije in tudi na raziskovalnem področju. Študentje bodo spoznali fizikalne osnove metodike neporušnih raziskav, eksperimentalno opremo, metodiko eksperimentov in preiskav, analizo rezultatov in možnosti aplikacije na različnih izdelkih in napravah. Poleg tega obsega predmet še nekatere druge fizikalno kemične preiskovalne metode.

## **PREOBLIKOVANJE II**

Cilj predmeta je naučiti študente povezovati temeljna znanja iz nauka o materialih, mehanike, numeričnih analiz in računalništva pri načrtovanju kompleksnih tehnologij na področju plastičnega preoblikovanja materialov.

Za učinkovito soočanje z bodočimi tehnološkimi izzivi na področju plastičnega preoblikovanja materialov bomo študente naučili kako uporabiti sodobne M5 metode M5 za analize preoblikovalnih procesov, ki vključujejo obravnavanje vezanih termomehanskih problemov ob upoštevanju različnih fizikalnih polj na različnih časovnih in dimenzijskih skalah; analize kontaktnih problemov med deformabilnimi telesi; občutljivostne analize M5 procesov; inverzno modeliranje; formulacije namenskih funkcij in omejitev za M5 procese ter metode optimiranja. Praktične M5 probleme povezane s preoblikovanci, orodji, kontaktnimi površinami in preoblikovalnimi stroji bodo študenti reševali z virtualnimi modeli po metodi končnih elementov in v okviru laboratorijskih vaj. Predmet bo vključen v mednarodne povezave, ki jih razvijamo v okviru projektov TEMPUS in mednarodnega sodelovanja z državami na področju Sredozemlja, Alp in Zahodnega Balkanana.

## **FIZIKALNA METALURGIJA JEKEL**

Predmet aplicira znanje termodinamike materialov in fizikalne metalurgije na skupine železovih zlitin. Obravnava fizikalno kemijske lastnosti železa in jekel ter njihovo povezavo z inženirskimi lastnostmi in vidiki načrtovanja in procesiranja. Predmet predstavlja oporno znanje za več drugih predmetov in drugih inženirskih strok. Poudarki so na faznih transformacijah, mehanizmih utrjevanja, kaljivosti, procesih pri popuščanju, kontroli mehanskih lastnosti in sodobnih načinih načrtovanja jekel. Obravnava tudi principe in eksperimente toplotne obdelave.

## **VARJENJE**

Predmet obravnava vnos in odvod toplote v material ter s toploto povezane fizikalne, fizikalnokemične in metalurške pojave med procesom spajanja, ki po ohladitvi določajo mehanske lastnosti zvarnega spoja (mikrostruktura, napake, napetosti in deformacije). Podani so fizikalni in empirični modeli, s katerimi je možno oceniti vplivne parametre, ki kontrolirajo prej opisane pojave. Opisani so načini minimiziranja negativnih pojavov za nosilnost zvara. Na koncu je prikazana zveza med dovedeno toploto, vsemi obravnavanimi pojavi in nosilnostjo zvarnega spoja.

## **TERMOMEHANSKA PREDELAVA MATERIALOV – PRAKTIKUM**

Cilj predmeta je podati orodja za načrtovanje tehnologije plastične predelave materialov ob upoštevanju postopkov plastične predelave, procesov v materialu med plastično predelavo ter predhodnih procesnih parametrov izdelave ter želenimi končnimi lastnostmi po celem volumnu preoblikovalcev. Poudarek bo tudi na tehnologijah preoblikovanja ter na načrtovanju oblik orodij.

## **NAČRTOVANJE MATERIALOV**

Namen tega predmeta je seznanitev slušateljev s sistematiko, zgradbo in parametri materialov, kar omogoča razumevanje metodologije načrtovanja z jasno opredelitvijo zelenih ciljev. Opredeli in poda se načrtovanje konstitucije z opredelitvijo njene hierarhije na vseh treh nivojih (makro, mikro in nano), njen nastanek, razvoj in stabilnost makro-, mikro- in nanostrukture v povezavi z lastnostmi in obnašanjem materialov. Pri tem se posebej izpostavlja povezava fizikalno-kemijskih lastnosti osnovnih gradnikov in njihove medsebojne interakcije ter s tem povezane nastale mikro- in nanostrukture. Pridobljeno znanje je osnova za inovativno preverjanje obstoječih materialov in načrtovanje ter razvoj kovinskih in nekovinskih materialov ter kompozitnih materialov. Pridobijo se kompetence pri uvajanju in usmerjanju v sodobno razvojno delo na področju selekcije materialov v povezavi zgradba-lastnosti-namembnost.

## **TEHNOLOGIJA ALUMINIJA**

Aluminij je za železom druga tehnično najbolj uporabna kovina. Lastnosti aluminija in zlitin kot so majhna specifična gostota, visoke trdnostne lastnosti zlitin, ugodno razmerje trdnost/specifična gostota, električna in toplotna prevodnost, dobra preoblikovalnost, korozijska odpornost in lahka ter cenena reciklaža omogočajo njegovo uporabo v vseh tehnično pomembnih panogah kot so transport, gradbeništvo, strojogradnja, elektrotehnika, embalaža in predmeti široke potrošnje. Študentje bodo v okviru predmeta detajlno spoznali lastnosti aluminijevih materialov in postopke od izdelave do finalizacije ter uporabnost. Naučili se bodo vrste aluminijevih zlitin, njihovo izdelavo in oplemenitenje od finalizacijskih postopkov polproizvodov, toplotnih in površinskih obdelav. Diplomanti s tega področja imajo možnost zaposlitve v podjetjih za izdelavo in predelavo aluminija, livarnah, kovinsko-predelovalni industriji in znanstvenih ustanovah.

## **KOMPOZITI**

Vsebina predmeta obsega analizo zgradbe, mejne površine in kompatibilnost sestavin, sintezo, mehaniko kompozitov s prenosom obremenitev in povečevanjem žilavosti. Sisteme kompozitov glede na matico in elemente armiranja, vrste in načine izdelave matic ter preprostih in kompleksnih armatur. Karakterizacija kompozitov. Porušitve. Oblikovanje in spajanje. Primeri uporabe.

## **IZBRANA POGlavJA IZ VIŠJE MEHANIKE**

Študent spozna osnovne pojme iz analize funkcij več spremenljivk in parcialnih diferencialnih enačb. Na vajah se utrdijo spretnosti v odvajanju in integriranju funkcij dveh ali treh spremenljivk ter v reševanju parcialnih diferencialnih enačb, s poudarkom na uporabi v stroki. Program vsebuje naslednje poglavja: vektorski in tenzorski račun, metode končnih elementov, diferencialni in integralni račun funkcij več spremenljivk in poznavanje njihove uporabe v naravoslovju, pojma parcialne diferencialne enačbe in njene rešitve, postopki za analitično reševanje nekaterih tipov parcialnih diferencialnih enačb, uporaba Fouriereve in Laplaceove transformacije in lastnosti rešitev različnih parcialnih diferencialnih enačb drugega reda.

## **FIZIKA IN MEHANIKA POLIMEROV**

Polimerne molekule in materiali, Konfiguracija in konformacija makromolekul, entropija makromolekul in modele. Nadmolekulska struktura polimerov: Amorfnost stanje in nadmolekulska struktura. Kristalino stanje, Kristalizacija in kinetika gibkih in togih molekul (teorije: Avrami, Keith-Padden, Lauritzen-Hoffman), Nadmolekulska struktura kristalinih polimerov. Fizikalna stanja polimerov: Steklasto amorfnost stanje, Steklasti prehod – teorije, Visokoelastično (gumi podobno) stanje – teorije, Tekoče stanje – taline, Tekoče-kristalni polimeri. Lastnosti polimerov: Orientacija in anizotropija, Mehanske lastnosti in načine

merjenja, Viskoelastične lastnosti, Toplotne lastnosti, Optične lastnosti, Električne lastnosti, Akustične lastnosti, Magnetne lastnosti.

### **KOROZIJA**

Predmet obsega fizikalnokemične in metalurške osnove različnih vrst korozije. Obravnava vzroke in mehanizme propada v različnih vrstah okolja in ob sodelovanju še drugih dejavnikov. Študentje spoznajo načine borbe proti koroziji ter selekcijo korozijsko odpornih materialov.

### **KERAMIKA**

Predmet uvaja slušatelje v področje razvoja keramičnih materialov. Skuša jim posredovati osnovno znanje o tipih keramičnih materialov; njihove lastnosti in uporaba, osnovne zakonitosti potrebne za razumevanje lastnosti in priprave keramičnih materialov, izdelava keramičnih materialov; surovine, oblikovanje, sintranje in razvoj mikrostrukture, karakterizacija, mehanske, električne, termične in optične lastnosti in slabosti, visokotemperaturna keramika, nano-keramični kompoziti, biokeramika, ...

### **ANALIZA POŠKODB**

Naloga predmeta Analiza poškodb je poglobiti poznavanje in uporabo metod identifikacije in analize napak in poškodb. Pokazati značilne pojave in oblike nastanka poškodb in napak na različnih materialih, izdelkih, konstrukcijah, delih orodij, strojev in naprav.

Namen predmeta je spoznati študente s standardi, predpisi in patenti. Naučiti sistematike analiz in raziskav ter izdelave ekspertiz, strokovnih in izvedeniških mnenj.

Pridobljena teoretična in praktična znanja študent nadgradi z uporabo preiskovalnih metod, modelov in simulacij ter izdelavo mnenja o konkretnem kompleksnem problemu v okviru projektne dela.

### **MATERIALI V ELEKTRONIKI IN ELEKTROTEHNIKI**

Vsebina predmeta obsega fizikalne osnove in značilnosti materialov v elektrotehniko in elektroniki. Obravnava materiale, ki primerno oblikovani in obdelani z različnimi tehnologijami poudarijo specifične lastnosti in tako omogočijo osnovno funkcijo. Študentje spoznajo načrtovanje, sintezo in karakterizacijo nekaterih materialov iz področja kovinskih in tudi nekovinskih materialov. Predmet obsega znanja, ki povezujejo in nadgrajujejo znanja iz drugih predmetov in drugih inženirskih strok.

### **VZDRŽLJIVOST MATERIALOV**

Predmet podaja skupne osnove za študij vzdržljivostnih lastnosti materialov, t.j. obrabna obstojnost, odpornost proti termičnemu utrujanju, odpornost na temperaturne šoke, mehansko utrujanje in odpornost na nastanek razpok med plastično deformacijo materiala (plastična sposobnost). Študent pridobi sposobnost za oceno tako laboratorijske kot tudi matematično napovedane vzdržljivosti, procesih v materialu v času njegove življenjske dobe ter transfer laboratorijskih rezultatov v prakso, izbiri materiala za določeno aplikacijo. Nadalje študent pridobi tudi sposobnost bolj integralnega obravnavanja vpliva procesnih parametrov pri izdelavi materialov na omenjene lastnosti materialov. Poseben poudarek bo na ekstremnih pogojih izdelave oz. uporabe materialov.

### **INDUSTRIJSKE IN PROCESNE PEČI**

V okviru predmeta Industrijske in procesne peči se študent seznanja s pomenom peči za posamezne tehnološke postopke pri izdelavi, predelavi in toplotni obdelavi, elementi peči,

osnovami dimenzioniranja in izbire peči ter spozna njihov ustroj ter pomen spremljajočih naprav in opreme za optimalno vodenje procesov.

Razdelitev industrijskih in procesnih peči. Temeljni procesi dela peči. Gorenje. Aerodinamika. Prenos toplote.

Mehanizmi prenosa toplote v pečeh. Delovne temperature. Cevovodi. Zgorevanje in atmosfera v peči. Gorilniki. Varovalne atmosfere. Dimniki. Elektroporovno ogrevanje. Induktivno ogrevanje. Ognjevzdržna gradiva in obzidava peči.

Osnove dimenzioniranja, projektiranja in izdelave industrijskih in procesnih peči.

Vodenje in nadzor procesov v industrijskih pečeh. Poraba energije in toplotne izgube pri različnih tipih industrijskih peči. Stroški ogrevanja. Toplotna in masna bilanca industrijske peči. Možnosti in načini izkoriščanja odpadne toplote. Prenosniki in izmenjevalci toplote. Študij in analiza praktičnih problemov.

Projektno delo.

Študent se v okviru predmeta Industrijske in procesne peči navaja na samostojno, timsko in projektno delo, uporabo strokovne literature in sodobnih virov informacij.

### **VLIVANJE V BLOKE IN KONTINUIRANO VLIVANJE**

Uporaba kontinuiranega - neprekinjenega vlivanja povečuje ekonomičnost izdelave jeklenih polizdelkov, ki je v sodobni proizvodnji jekla zelo pomembna. Zaradi zahtev tehnologije izdelave pa so nekateri polizdelki izdelani po postopku vlivanja v bloke (ingote, slabe).

Kontinuirano vlivanje bo predstavljeno z vidika vplivnih parametrov. Obravnavan bo prenos toplote in snovi med vlivanjem in strjevanjem, strjevanje na mikro in makro nivoju ter vpliv parametrov vlivanja na tvorbo napak in njihova karakterizacija. Študenti bodo spoznali tudi različne načine kontinuiranega vlivanja in njim prirejena tehnologije. Pri vlivanju jekla v bloke bo poudarek na strjevanju ter različnih načinih zmanjševanja tvorbe poroznosti, lunckerjev in kosmičev.

### **SPECIALNE JEKLARSKE TEHNOLOGIJE**

Jekla za posebne namene uporabe, kot je v proizvodnji energije, letalski industriji, medicini itd. je potrebno uporabiti posebne postopke izdelave, da se zagotovijo želene mehanske, korozijske, električne, magnetne in druge lastnosti. Za doseganje teh lastnosti morajo imeti jekla čim manj vključkov, oligo elementov in plinov, zato se uporabljajo posebni postopki izdelave jekla, kot so npr. elektro pretaljevanje pod žlindro pri normalnem tlaku (EPŽ) in povišanem tlaku (PEPŽ) ter taljenje in vlivanjem v vakuumu (VIM). Specialna jekla in zlitine uporabljamo v manjših količinah, zato procesi potekajo v reaktorjih manjših dimenzij, da lahko taljenje, vlivanje in strjevanje vodimo blizu ravnotežnim pogojem.

### **LIVARSKE TEHNIKE**

Osnovni smotri predmeta so naučiti študente livarskih tehnik, ki zajema oblikovanje zunanjih in notranjih površin, tehnologijo litja in ohlajanja v formi, tehnike iztresovanja enkratnih form in izmetovanja ulitkov iz trajnih form ter poznavanje in razumevanje lastnosti osnovnih livnih materialov, kot tudi materialov forme. Poseben poudarek predmeta je na strojih, ki so neobhodno potrebni za izdelavo peščene mešanice, transport in regeneracijo le te, tehnike formanja in izdelave jeder, sklapljanja forme in avtomatiziranega in/ali enkratnega litja, sistemov za hlajenje form in izstresanje le teh, ter odstranjevanje elementov ulivnega in napajalnega sistema, peskanja, brušenja in mehanske obdelave. Tehnike s stroji so tudi predmet obravnave v sekvenci izdelave in obdelave litine. Razlage so povezane tudi z seminarskim delom, simulacijami ter projektnim delom načrtovanja, izdelave in karakterizacije materiala na relaciji livarska tehnika-material izdelka-material forme - livarska tehnologija.

## **METALURGIJA PRAHOV**

Predmet obravnava teoretične osnove metalurgije prahov; poseben poudarek je na obravnavi karakterizacije prahov, kompaktiranju in sintranju. Študentje spoznajo načrtovanje, sintezo in karakterizacijo nekaterih značilnih materialov iz področja kovin, cermetov in materialov s posebnimi funkcionalnimi lastnostmi. Spoznajo možnost prepletanja metalurgije prahov z drugimi metalurškimi tehnologijami.

## **MERITVE IN OBDELAVA PODATKOV**

Študent bo osvojil znanja iz meroslovja, ki so nujna za delo v raziskovalnih laboratorijih in izvajanju meritev v industrijskem okolju. Znal bo izbrati ustrezno merilno metodo in opremo ter interpretirati rezultate meritev. Osnovna poglavja predmeta so merilne metode, statične in dinamične karakteristike signalov, pogreški pri merjenju in merilna negotovost, analogno in digitalno merjenje ter merjenje neelektričnih veličin.