

INTERDISCIPLINARNI študijski program 3. STOPNJE Znanost in inženirstvo materialov

Ime programa	Znanost in inženirstvo materialov
Lastnosti programa	interdisciplinarni
Vrsta	doktorski
Stopnja	tretja stopnja
KLASIUS-SRV	Doktorsko izobraževanje(tretja bolonjska stopnja)/doktorat znanosti (tretja bolonjska stopnja) (18202)
ISCED	<ul style="list-style-type: none"> • proizvodne tehnologije (54) • tehnika (52) • vede o neživi naravi (44)
KLASIUS-P	<ul style="list-style-type: none"> • Procesno inženirstvo (5242) • Rudarstvo in drugo pridobivanje rudnin (drugo) (5449)
KLASIUS-P-16	<ul style="list-style-type: none"> • Interdisciplinarne izobraževalne aktivnosti/izidi, pretežno tehnika, proizvodne tehnologije in gradbeništvo (0788)
Frascati	<ul style="list-style-type: none"> • Naravoslovno-matematične vede (1) • Tehniške vede (2)
Raven SOK	Raven SOK 10
Raven EOK	Raven EOK 8
Raven EOVK	Tretja stopnja
Področja/moduli/smeri	<ul style="list-style-type: none"> • Ni členitve (študijski program) • Materiali (smer) • Metalurgija (smer) • Rudarstvo in geotehnologija (smer)
Članice Univerze v Ljubljani	<ul style="list-style-type: none"> • Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Večna pot 113, 1000 Ljubljana, Slovenija • Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana, Slovenija • Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija
Trajanje (leta)	4
Število KT na letnik	60
Načini izvajanja študija	izredni

Temeljni cilji programa

Temeljni cilj doktorskega študijskega programa Znanost in inženirstvo materialov je usposobiti strokovnjake, ki bodo imeli kompetence, primerne za zaposlitev na raziskovalnih mestih v naravoslovnotehničnih panogah, predvsem na področju razvoja, izdelave in uporabe tradicionalnih in sodobnih funkcionalnih materialov, nadalje v javnih službah ali za nadaljevanje raziskovalne kariere v akademskem okolju.

Splošne kompetence (učni izidi)

Študenti, ki bodo uspešno končali izobraževanje po predlaganem programu bodo pridobili predvsem naslednje splošne kompetence in veščine:

- sposobnost kritične analize, vrednotenja in sinteze novih in kompleksnih idej;
- sposobnost komuniciranja o svojem ekspertnem področju s kolegi, z večjimi strokovnimi skupinami, kot tudi širšo javnostjo;
- sposobnost promocije znanstvenega in tehnološkega napredka na akademski in aplikativni ravni v na znanju temelječi družbi.

Predmetno-specifične kompetence (učni izidi)

Študenti, ki bodo uspešno končali izobraževanje po predlaganem programu, bodo pridobili predvsem naslednje specifične kompetence in veščine:

- sistematično razumevanje znanstvenega vidika v naravoslovnih, tehničnih in proizvodnih znanostih (geologija, rudarstvo, metalurgija, materiali) in temeljito obvladovanje veščin in raziskovalnih metod in tehnik, povezanih s temo raziskovanja;
- sposobnost točne in celovite zasnove, izvedbe, implementacije in razvoja raziskovalnega procesa v znanostih o materialih in geookolju;
- sposobnost pridobivanja novih spoznanj z lastnimi izvirnimi raziskavami, ki širijo meje znanja v znanostih o materialih in geookolju in razviti tehtne prispevke, ki izpolnjujejo pogoje za recenzirano mednarodno objavo.

Pogoji za vpis

Na doktorski študij o materialih se lahko vpiše, kdor je končal:

- bolonjski študijski program druge stopnje (bolonjski magisterij),
- enovit magistrski študijski program, ki izobražuje za poklice, urejene z direktivami EU, če je ovrednoten s 300 ECTS, ali drug enovit magistrski študijski program, ki je ovrednoten s 300 ECTS,
- dosedanji (stari) študijski program za pridobitev univerzitetne izobrazbe,
- dosedanji študijski program za pridobitev specializacije in so pred tem končali visokošolski strokovni program; za vpis v študijske programe tretje stopnje se jim določijo dodatne študijske
- obveznosti v obsegu od 30 do 60 ECTS,
- dosedanji (stari) študijski program za pridobitev magisterija znanosti oz. specializacije po končanem študijskem programu za pridobitev univerzitetne izobrazbe. Tem kandidatom se v doktorskem študijskem programu tretje stopnje priznajo študijske obveznosti v obsegu najmanj 60 ECTS.

Merila za izbiro ob omejitvi vpisa

V primeru večjega števila kandidatov bodo ti izbrani na podlagi:

- povprečne ocene oz. dotedanjega študijskega uspeha (60 %)
- morebitne znanstvenoraziskovalne in strokovne objave, nagrade ter pomembne izkušnje v praksi (40 %).

Izbrani bodo tisti kandidati, ki bodo dosegli večje število točk.

Merila za priznavanje znanja in spretnosti, pridobljenih pred vpisom v program

Znanja in spretnosti, pridobljene s formalnim, neformalnim ali izkustvenim učenjem pred vpisom v program, se bodo skladno z 9. členom Meril za akreditacijo študijskih programov, priznavale pri izbiri ob omejitvi vpisa. O priznavanju znanj in spretnosti, ki jih je kandidat pridobil pred vpisom v program, odloča Programski svet.

Pri priznavanju tovrstnih znanj in spretnosti se upoštevajo:

- strokovna specializacija,

- druga diploma visokošolskega zavoda,
- dosedanje znanstveno raziskovalno delo,
- objavljena znanstvena dela in
- strokovna izpopolnjevanja
- Prešernova nagrada UL
- strokovni podiplomski tečaji z veljavno listino in vsebinami s področja doktorskega študija
- neformalne oblike izobraževanja na področju izbranih segmentov doktorskega študija.

Načini ocenjevanja

Oblike preverjanja znanja so opredeljene v učnih načrtih predmetov. Pri ocenjevanju se uporablja ocenjevalna lestvica skladno s Statutom Univerze v Ljubljani.

Pogoji za napredovanje po programu

Za vpis v 2. letnik mora imeti kandidat zbranih vsaj 45 kreditnih točk med katerimi mora biti vsaj 10 KT iz izbirnih predmetov in opravljena uspešna predstavitev raziskovalnih izhodišč za doktorsko disertacijo.

V 3. letnik podiplomskega doktorskega študija se lahko vpišejo kandidati, ki imajo potrjeno pozitivno oceno Komisije za spremljanje doktorskega študenta na Senatu članice in so opravili vse obveznosti organiziranih oblik študija, razen predstavitve raziskovalnih rezultatov in zagovora doktorske disertacije.

Pogoj za napredovanje v 4. letnik podiplomskega doktorskega študija je potrditev teme doktorske disertacije na Senatu UL.

Pogoji za prehajanje med programi

S prehodom se razume prenehanje študentovega izobraževanja v študijskem programu, v katerega se je vpisal, ter nadaljevanje izobraževanja v doktorskem študijskem o materialih. Za prehod se ne šteje vpis v prvi letnik. O prehodih, skladno z določili Statuta UL in Meril za prehode med študijskimi programi, individualno odloča Programski svet.

Pogoji za dokončanje študija

Za dokončanje študija mora študent opraviti vse s programom določene študijske obveznosti in izdelati ter uspešno zagovarjati doktorsko disertacijo skladno z določili Pravidnika o doktorskem delu, ki ga sprejmejo Senati NTF, FKKT in FMF. Pred sprejemom ocene na senatu članice mora kandidat kot prvi avtor objaviti članek s področja svoje disertacije v mednarodni znanstveni literaturi, ki jo citira baza podatkov SCI.

Pogoji za dokončanje posameznih delov programa, če jih program vsebuje
Program je enovit, zato je mogoče dokončati le program v celoti.

Strokovni oz. znanstveni ali umetniški naslov (moški)

- doktor znanosti

Strokovni oz. znanstveni ali umetniški naslov (ženski)

- doktorica znanosti

Strokovni oz. znanstveni ali umetniški naslov (okrajšava)

- dr.

PREDMETNIK ŠTUDIJSKEGA PROGRAMA S PREDVIDENIMI NOSILKAMI IN NOSILCI PREDMETOV

Program ima tri smeri:

Materiali

Metalurgija

Rudarstvo in geotehnologija

1. letnik, OBVEZNI PREDMETI

	Šifra	Ime	Nosilci	Kontaktne ure					Samostojno delo	Ure skupaj	ECTS	Semestri	Izbir en
				Predavanja	Seminariji	Vaje	Klinične vaje	Druge obl. štud.					
1.	803	Javna predstavitev izhodišč za doktorsko disertacijo		0	0	0	0	0	150	150	5		ne
2.	800	Raziskovalno delo - 1. letnik		0	0	0	0	0	600	600	20		ne
3.	809	Strokovno izpopolnjevanje		0	0	0	0	75	75	150	5		ne
4.	806	Udeležba na predavanjih - 1. letnik		0	0	0	0	150	150	300	10		ne
5.	808	Uvajalni seminar		0	0	0	0	75	75	150	5		ne
6.	850	Izbirni predmet 1		0	0	0	0	75	75	150	5		ne
7.	851	Izbirni predmet 2		0	0	0	0	75	75	150	5		ne
8.	85	Izbirni predmet		0	0	0	0	75	75	150	5		ne

.	2	3											
	Skupno			0	0	0	0	525	1275	180 0	60		

1. letnik, IZBIRNI PREDMETI

				Kontaktne ure									
	Šifra	Ime	Nosilci	Preavanja	Seminarij	Vaje	Klinične vaje	Druge obl. štud.	Samos tojno delo	Ure skupaj	ECTS	Semestri	Izbi ren
1.	783	Elastomehanika materialov	Primož Zihlerl	45	30	0	0	0	75	150	5		da
2.	762	Fizika in kemija površin	Janez Kovač	15	5	55	0	0	75	150	5		da
3.	781	Fizika trdne snovi	Janez Dolinšek	45	30	0	0	0	75	150	5		da
4.	760	Fizikalna metalurgija	Boštjan Markoli	15	30	0	0	30	75	150	5		da
5.	766	Funkcionalni materiali	Janez Dolinšek	45	30	0	0	0	75	150	5		da
6.	769	Heterogena ravnotežja v procesni tehniki kovinskih materialov	Jožef Medved, Maja Vončina	30	15	30	0	0	75	150	5		da
7.	767	Izbor materialov za inženirske aplikacije	Miran Gaberšček	45	30	0	0	0	75	150	5		da
8.	768	Izdelava in karakterizacija materialov	Milan Bizjak	30	30	15	0	0	75	150	5		da
9.	759	Kemija trdnega	Anton Mede	15	15	0	0	45	75	150	5		da

		stanja	n										
10.	785	Keramični materiali	Boštjan Genorio	15	60	0	0	0	75	150	5		da
11.	761	Konstitucija večkomponentnih zlitinskih sistemov	Boštjan Markoli	15	30	0	0	30	75	150	5		da
12.	765	M5 - Modeliranje procesov	Goran Kugler, Tomaž Rodič	45	30	0	0	0	75	150	5		da
13.	772	Metalurgija jekel in kovin	Jožef Medved, Matjaž Knap, prof. dr. Jan Falkus	30	45	0	0	0	75	150	5		da
14.	764	Mikroskopija materialov	Janez Dolinšek	45	30	0	0	0	75	150	5		da
15.	784	Nanomateriali	Marjan Marinšek	45	30	0	0	0	75	150	5		da
16.	786	Polimerni materiali	Urška Šebenik	15	30	0	0	30	75	150	5		da
17.	774	Prenos toplote v metalurških tehnologijah	Borut Kosec, doc.dr. Blaž Karpe	30	30	15	0	0	75	150	5		da
18.	773	Preoblikovanje in livarstvo - procesni	Goran Kugler, Primo	45	30	0	0	0	75	150	5		da

		inženiring	ž Mrvar										
19.	763	Spektroskopijska materialov	Janez Dolinšek	45	30	0	0	0	75	150	5		da
20.	771	Strjevanje kovinskih talin	Primož Mrvar	45	30	0	0	0	75	150	5		da
21.	782	Termodinamika materialov	Primož Ziherl	45	30	0	0	0	75	150	5		da
22.	770	Žlindre in talila	Jožef Medved, Matjaž Knap, prof. dr. Klaus Koch	30	45	0	0	0	75	150	5		da
Skupno				735	665	115	0	135	1650	3300	110		

2. letnik, OBVEZNI PREDMETI

				Kontaktne ure									
Šifra	Ime	Nosilci	Predavanja	Seminariji	Vaje	Klinične vaje	Druge obl. štud.	Samostojno delo	Ure skupaj	ECTS	Semestri	Izbir en	
11.	801	Raziskovalno delo - 2. letnik	0	0	0	0	0	1350	1350	45		ne	
24.	804	Soglasje k temi doktorske disertacije	0	0	0	0	0	150	150	5		ne	
37.	807	Udeležba na predavanjih - 2. letnik	0	0	0	0	150	150	300	10		ne	

	Skupno	0	0	0	0	150	1650	1800	60	
--	--------	---	---	---	---	-----	------	------	----	--

3. letnik, OBVEZNI PREDMETI

				Kontaktne ure									
	Šifra	Ime	Nosilci	Predavanja	Seminariji	Vaje	Klinične vaje	Druge obl. štud.	Samostojno delo	Ure skupaj	ECTS	Semestri	Izbir en
1	802	Raziskovalno delo - 3. letnik		0	0	0	0	0	1800	1800	60		ne
		Skupno		0	0	0	0	0	1800	1800	60		

4. letnik, OBVEZNI PREDMETI

				Kontaktne ure									
	Šifra	Ime	Nosilci	Predavanja	Seminariji	Vaje	Klinične vaje	Druge obl. štud.	Samostojno delo	Ure skupaj	ECTS	Semestri	Izbir en
1.	805	Javna predstavitev rezultatov raziskovalnega dela, javni zagovor doktorske disertacije ter objava oz. sprejetje v objavo znanstvenega članka		0	0	0	0	0	150	150	5		ne
2.	802	Raziskovalno delo - 4. letnik		0	0	0	0	0	1650	1650	55		ne
		Skupno		0	0	0	0	0	1800	1800	60		

1. Fizika trdne snovi (prof. dr. Peter Prelovšek)

Izobraževalni cilj predmeta je poznavanje in razumevanje osnovnih fizikalnih lastnosti najbolj razširjenih materialov, kot so: kovine, polprevodniki, izolatorji itd., ter razumevanje osnovnih fizikalnih mehanizmov, ki so odgovorni za nastanek urejenih in delno urejenih struktur ter makroskopskih kvantnih stanj. Predmet predstavlja izhodišče za specializirane predmete, ki zahtevajo znanje fizike materialov.

2. Termodinamika materialov (izr. prof. dr. Primož Zihlerl)

Izobraževalni cilj predmeta je poglobiti vpogled v termodinamiko in fazne spremembe materialov. Obravnavana bodo naslednja poglavja: termodinamika čistih snovi, termodinamika trdnih raztopin, prosta energija in fazni diagrami binarnih sistemov, termodinamika površin in majhnih sistemov, heterofazne in homofazne fluktuacije, termodinamika defektov, difuzija, kinetika nukleacije in rasti ter morfološke nestabilnosti.

3. Kemija trdnega stanja (izr. prof. dr. Romana Cerc Korošec)

Predmet ponuja pregled načinov določanja kristalne in molekulske strukture kristaliničnih snovi, v prvi vrsti z metodo rentgenske strukturne analize. Pri rasti realnih kristalov pride do nastanka točkastih (atomskih in elektronskih) napak. Obravnava ravnotežja napak pomaga razložiti mnoge lastnosti neidealnih kristaliničnih snovi.

4. Fizikalna metalurgija (prof. dr. Boštjan Markoli)

Namen predmeta je poglobljeno poznavanje problemov s področja kovinskih materialov, med katerimi sta pomembni predvsem področji fazne transformacije v trdnem in deformacijskega utrjevanja. Natančno poznavanje teh problemov je pomembno tudi s praktičnega vidika, ker omogoča načrtovanje in kontrolirano vodenje izdelave in predelave različnih kovinskih materialov. Študenti smeri Materiali in metalurgija že poznajo osnove predmeta, v tem primeru gre za nadgradnjo. Študenti drugih smeri manj poznajo vsebino predmeta. Predmet obsega izbrana poglavja s področja plastične deformacije kovin ter difuzijske in brezdifuzijske transformacije v trdnih snoveh, s poudarkom na kovinskih materialih.

5. Konstitucija večkomponentnih zlitinskih sistemov (prof. dr. Boštjan Markoli)

Predmet je namenjen podiplomskim študentom, katerim želi predstaviti vse pomembne fizikalno-metalurške dejavnike ter pravila, ki opredeljujejo in vplivajo na zgradbo večkomponentnih zlitinskih sistemov. Izhaja iz osnovnih značilnosti in pravil, ki veljajo v binarnih zlitinskih sistemih, in jih smiselno in dosledno nadgrajuje ter prenaša na ternarne, kvaterne in večkomponentne zlitinske sisteme. Študentu omogoča razumevanje vzpostavljanja kompleksnih heterogenih ravnotežij med procesi strjevanja zlitin na submikronskem nivoju ter s tem podaja osnove razumevanja razvoja mikrostrukture. Študent pridobi tisto znanje s področja fizikalne metalurgije, ki mu omogoča, da je zmožen študirati, opredeljevati, vrednotiti in napovedovati konstitucijo večkomponentnih zlitinskih sistemov.

6. Fizika in kemija površin (doc. dr. Janez Kovač)

Namen predmeta je, da se študent seznaní z osnovnimi fizikalnimi in kemičnimi procesi, ki potekajo na površinah trdnih snovi in so pomembni za lastnosti materialov, tehnološko uporabo in razvoj novih naprednih tehnologij. Študent se seznaní s fizikalno-kemijskimi osnovami vakuumske tehnike in tehnologij, s poudarkom na visokem in ultravisokem vakuumu. Študent spozna, da imajo proste površine trdnih snovi, notranje mejne površine in tanke plasti drugačne fizikalno-kemične lastnosti kot notranjost materialov. Spozna in zna izbrati primerne preiskovalne metode za ugotavljanje sestave, kemičnega stanja elementov, elektronskih lastnosti in kristalne strukture na površinah. Pri predmetu so predstavljeni pojavi in lastnosti, povezani s površinami, kot so

adsorpcija, desorpcija, izstopno delo elektronov, površinska energija in površinska napetost, struktura.

7. Spektroskopija materialov (prof. dr. Janez Dolinšek)

Izobraževalni cilj predmeta je spoznavanje spektroskopskih eksperimentalnih metod za raziskave materialov. Obravnavane bodo naslednje metode: jedrska magnetna resonanca (NMR) in elektronska paramagnetna resonanca (EPR), spektroskopija z žarki gama, spektroskopija s pozitroni in mioni, nevtronsko sipanje, spektroskopija z atomi in ioni, magnetizem (SQUID) in meritve transportnih pojavov v snovi.

8. Mikroskopija materialov (prof. dr. Janez Dolinšek)

Izobraževalni cilj predmeta je spoznavanje eksperimentalnih metod za mikroskopiranje materialov. Obravnavane bodo naslednje metode: vrstični elektronski mikroskop (SEM) in mikroanaliza, presewni (transmisijski) elektronski mikroskop (TEM), površinske metode – vrstični tunelski mikroskop (STM), mikroskop na atomsko silo (AFM), nizkoenergijski elektronski uklon (LEED) in Augerjeva emisija (AES).

9. Elastomehanika materialov (izr. prof. dr. Primož Ziherl)

Izobraževalni cilj predmeta je poglobiti vpogled v elastomehaniko materialov. Obravnavana bodo naslednja poglavja: matematične osnove linearne teorije elastičnosti, elastičnost izotropnih in anizotropnih materialov, plastična deformacija, teorija dislokacij, viskoelastičnost, elastične nestabilnosti, nelinearna elastičnost.

10. M5 –modeliranje procesov (prof. dr. Tomaž Rodič)

Izobraževalni cilj predmeta je spoznavanje izbranih področij, ki so potrebna za razvoj celostnih in poglobljenih računalniških modelov za analize procesov, ki potekajo v materialih na različnih prostorskih in časovnih skalah med mehanskimi, temperaturnimi, elektromagnetnimi in kemičnimi obremenitvami in nastopajo med njihovim preizkušanjem, izdelavo ter uporabo. Obravnavano bo konstitutivno modeliranje materialov, metode za prostorsko in časovno diskretizacijo nelinearnih problemov, metode za nelinearne analize kontaktnih problemov med večjim številom deformabilnih teles, formulacije namenskih funkcij za uporabo inverznih in optimizacijskih metod, modeliranje na nivoju atomov, modeliranje na mezoskopski in makroskopski prostorski skali, združevanje simulacij na različnih prostorskih in časovnih skalah ter analize rezultatov simulacij in vizualizacija.

11. Funkcionalni materiali (prof. dr. Janez Dolinšek)

Izobraževalni cilj predmeta je spoznavanje fizikalnih lastnosti novih materialov. Obravnavani bodo naslednji razredi materialov: elektronski materiali in njihove električne lastnosti, toplotni prevodniki in izolatorji, termoelektrični materiali, magnetni materiali, superprevodniki, kvazikristali, materiali za optično uporabo, mikro- in nanoceevke ter žice, materiali na osnovi ogljika, materiali za skladiščenje vodika.

12. Nanomateriali (izr. prof. dr. Marjan Marinšek)

V okviru predmeta študenti spoznajo perspektive nanomaterialov in nanotehnologij, nanoorodja, sintezne metode, fiziko nanomaterialov (lastnosti in fenomeni), kemijo nanomaterialov (sinteza in modifikacije) ter načrtovanje nanonaprav. Cilj predmeta je poznavanje materialov na nanodimenzijskem nivoju ter razumevanje razlik v strukturi in lastnostih nanomaterialov v primerjavi z drugimi materiali na mikroskopskem in večjem dimenzijskem nivoju.

Predmet študente seznanja z osnovnimi principi kemije in fizike materialov in ponuja osnovno znanje za razumevanje lastnosti sodobnih nanomaterialov.

13. Keramični materiali (doc. dr. Boštjan Genorio)

V okviru predmeta študenti spoznajo strukturo in lastnosti keramičnih materialov, njihove fizikalne in kemične lastnosti ter tehnološke procese njihove izdelave. Cilj predmeta je poznavanje keramike na nivoju, ki omogoča povezavo strukturnih lastnosti in razvoja mikrostrukture med procesom sintranja z izraženimi lastnostmi keramike (mehanskimi, električnimi, optičnimi itd).

V okviru predmeta študenti spoznajo osnovna načela o strukturi (kemične vezi, kristalne strukture, defekti in napake, visokotemperaturni fazni diagrami), karakterizacijskih metodah (rentgenska analiza, diferenčna termična analiza, optična in elektronska mikroskopija) in lastnostih keramike. Prav tako spozna tehnološke procese za izdelavo keramičnih materialov.

14. Polimerni materiali (prof. dr. Urška Šebenik)

Podiplomski študenti pri predmetu osvojijo poglobljeno znanje o sestavi in strukturi polimernih materialov in polimernih kompozitov ter o vplivu sestave in strukture na njihove lastnosti, znanje iz mehanike polimernih materialov, sodobne tehnike določanja kemičnih, fizikalnih in mehanskih lastnosti polimernih materialov z interpretacijo rezultatov, spoznajo principe načrtovanja lastnosti polimernih materialov in njihovih kompozitov ter modeliranje njihovega viskoelastičnega obnašanja. Vsebina predmeta: kemična sestava polimernih materialov, mehanizmi polimerizacij, vpliv procesnih pogojev polimerizacije na kemično sestavo in morfologijo polimerov, vpliv kemične sestave in morfologije polimerov in kopolimerov na njihove uporabne lastnosti, polimerni kompoziti, vpliv dodajanja polnil in nanodelcev na lastnosti kompozitov in nanokompozitov, polimeri in polnila iz obnovljivih virov, določanje kemičnih in fizikalnih lastnosti polimernih materialov in kompozitov s sodobnimi tehnikami, kot so: gelska prepustnostna kromatografija, nuklearna magnetna resonanca, infrardeča spektroskopija, diferenčna dinamična kalorimetrija, termogravimetrija in druge, fenomenološka obravnava viskoelastičnosti polimernih materialov s sodobnimi tehnikami določanja (dinamičnih) mehanskih lastnosti polimerov, molekularni mehanizmi in matematični zapis mehanike kontinuuma, soodvisnost frekvence in temperature, prehodi in relaksacije v polimerih, elastičnost polimernih mrež, modeliranje mehanskih lastnosti kompozitnih materialov, obravnava izbranih primerov, recikliranje polimernih materialov.

15. Izbor materialov za inženirske aplikacije (prof.dr. Miran Gaberšček)

Pri predmetu bodo študenti spoznali principe, ki omogočajo izbor primernih materialov za izdelavo komponent in sklopov za različno uporabo v kemijskem inženirstvu in drugih inženirskih vedah. Principi izbire bodo utemeljeni z ustreznimi (fizikalnimi, kemičnimi, mehanskimi ...) lastnostmi gradiva. Podane bodo »intrinzične« in od mikrostrukture ter procesiranja odvisne lastnosti. Študent bo dobil ustrezno znanje in razumevanje, zakaj in kako procesiranje vpliva na lastnosti in mikrostrukturo gradiva. Podane bodo omejitve uporabe vrednosti, podanih v priročnikih. Kot poseben primer bo obravnavana obstojnost materialov v korozijskih pogojih, kjer se kemične in mehanske lastnosti med uporabo pomembno in pogosto časovno spreminjajo. Izbor materialov mora temeljiti tudi na drugih parametrih, kot so: ekonomičnost, sposobnost recikliranja in odlaganja po uporabi.

16. Izdelava in karakterizacija materialov (prof. dr. Milan Bizjak)

Pri predmetu Izdelava in karakterizacija materialov študent nadgradi pridobljeno teoretično, metodološko in eksperimentalno znanje na področjih načrtovanja, sinteze, karakterizacije in selekcije kovinskih materialov. Predmet obravnava: načrtovanje materialov s poudarkom na mehanskih lastnostih, realizacija mehanizmov utrjevanja, legiranje, hitro strjevanje, fazne transformacije, toplotne in termomehanske obdelave, modeliranje procesov toplotnih in termomehanskih obdelav, računalniško vrednotenje in napovedovanje lastnosti materialov, difuzijsko kontrolirani procesi, metalurgija prahov, kompoziti, vlakna, inženirska keramika, fizikalna keramika, biomateriali, analiza, karakterizacija in preizkušanje materialov.

17. Heterogena ravnotežja v procesni tehniki kovinskih materialov (prof.dr. Jožef Medved, doc. dr. Maja Vončina)

Poglobljeno spoznavanje izbranih raziskovalnih področij termodinamičnega in procesnega modeliranja ter heterogene reakcijske kinetike kovinskih in sestavljenih materialov v ravnotežnem in neravnotežnem stanju. Študenti osvojijo moderne laboratorijske ter tehnološke metode preiskovanja heterogenih ravnotežij (termične analize, določanje aktivnosti ...). Uporaba znanstvenih spoznanj ter preiskovalnih metod pri procesiranju obravnavanih materialov (razvoj kovinskega materiala, reakcije med izdelavo zlitine, visokotemperaturna oksidacija). Pri predmetu se izdelata seminarska naloga in poteka projektno delo.

18. Žlindre in talila (doc. dr. Matjaž Knap)

Žlindre in talila so neločljivo povezani z izdelavo novih kovinskih materialov, zato morajo imeti žlindre in talila take metalurške lastnosti, da zagotavljajo nemoten potek posameznih reakcij in procesov. Razvoj in lastnosti morajo zagotavljati trajnostni razvoj in varstvo okolja.

Glavni poudarek tega predmeta bo na znanstvenoraziskovalnem delu, ki bo študentom omogočilo, da bodo nadgradili svoje znanje in ustvarjali novo, hkrati pa razvijali znanstvenoraziskovalne metode na tem področju. Pri tem se bodo lahko usmerili na raziskavo fazne strukture in sestave tekočih in trdnih žlinder, njihovih reakcijskih in metalurških lastnosti, sposobnosti recikliranja ter na razvoj in uporabo žlinder kot sekundarnih surovin na drugih področjih uporabe.

19. Strjevanje kovinskih talin (prof. dr. Primož Mrvar)

Izobraževalni cilj predmeta je osvojitve teorije strjevanja kovin in zlitin, s poudarkom na strjevalnih parametrih in morfologiji strjevanja, ki vplivajo na izoblikovanje mikro- in makrostrukture v litem stanju. Poseben poudarek je na sekvenci strjevanja in transformacijah v trdnem, ki potekajo v odvisnosti od tehnike strjevanja in robnih pogojev. S pomočjo metod in situ se bo doktorand naučil zasledovati posamezne sekvence s področja strjevanja in transformacij v trdnem ter jih kvantitativno povezovati z nastalo mikrostrukturom; pri tem se morfologija strjevanja opredeli tudi z modelom.

20. Metalurgija jekel in kovin (doc. dr. Matjaž Knap)

Doktorski študij je namenjen ustvarjanju novega znanja, zato bo študentom oziroma udeležencem tega študija obravnavana snov predstavljena tako, da bo pri njih vzbudila raziskovalni in razvojni pristop, ki bo vodil k poglobljanju znanja in iskanju novih rešitev na posameznih specifičnih področjih jekel in kovin. Študenti bodo nadgradili teoretično znanje procesiranja izdelave jekel in kovinskih zlitin, zato da bodo lahko razvijali novo temeljno znanje in tudi nove kovinske materiale v njihovem življenjskem ciklu vse do razgradnje. Glavni cilj tega predmeta je pripraviti študenta, da bo sam razvijal temeljne inovativne faze procesov in bo sposoben prenašati raziskovalne rezultate v prakso in jih komercializirati..

21. Preoblikovanje in livarstvo - procesni inženiring (prof. dr. Primož Mrvar, prof. dr. Goran Kugler)

V okviru predmeta bodo obravnavani načrtovanje, tehnološka karakterizacija in izdelava materiala – metalurškega izdelka na celovit način kot procesna veriga, tj. priprava materiala, form, livarskih strojev, litje, kontrolirano strjevanje ter priprava materiala za plastično preoblikovanje, vroče in hladno preoblikovanje ... vse do končne termomehanske vodene predelave, in to s ciljem zagotavljanja lastnosti metalurškega izdelka. Posebnosti programa so tudi usmeritev v kontrolo procesov, optimiziranje orodij in triboloških pogojev v litih in deformacijskih conah ter simulacijske tehnike in monitoring proizvodnih tehnologij. Vključuje razvoj livarskih materialov in izboljšavo preoblikovalnih lastnosti kovin in zlitin. Predmet pripravi kandidata za poglobljen študij in razvoj naprednih tehnologij litja in preoblikovanja ob pomoči fizikalnih in matematičnih simulacij.

22. Prenos toplote v metalurških tehnologijah (prof. dr. Borut Kosec)

Študent pri predmetu z uporabo fizikalnih in numeričnih modelov in simulacij nadgradi pridobljeno znanje s področja prenosa toplote in snovi, toplotne tehnike, industrijskih peči in metalurških tehnologij. Modeliranje, pomen modeliranja procesov v inženirski praksi, pravila in napotki, fizikalno modeliranje, načrtovanje in sistematika izvedbe eksperimenta, teoretično ozadje eksperimenta, procedura izvedbe, priprave in instrumenti, spremljanje protokola. Primeri: prevod toplote, prestop toplote, toplotno sevanje. Inženirske aplikacije, numerično modeliranje, metode, programska orodja, uporabniški programski paketi, uporaba programskih orodij in paketov. Študij, izdelava in analiza modelov, povezava analitičnega, fizikalnega in numeričnega modeliranja prenosa toplote v inženirstvu materialov, metalurgiji in metalurških tehnologijah.

23. Bogatenje mineralnih surovin in mehanska procesna tehnika (izr. prof. dr. Jože Kortnik)

Predmet nadgrajuje znanje študentov o konceptih, metodologiji in praktični uporabi mehanske procesne tehnike in bogatenja mineralnih surovin. Teoretične vsebine se povezujejo s praktičnimi primeri. Predmet daje tudi podlago za projektiranje disperznih sistemov v praksi ter sposobnost sodelovanja pri razvojnem in raziskovalnem delu in prenašanju razvojnih in raziskovalnih dosežkov v prakso. Vsebina predmeta obsega poglavja o karakteriziranju disperznih sistemov, procesih večanja in manjšanja površin, procesih ločevanja disperznih sistemov, procesih mešanja, vzorčenju, skladiščenju sipkih snovi, lastnostih vhodnih surovin v bogatilnih procesih, načinih ločevanja v gravitacijskem in centrifugalnem polju sil, bogatenju v magnetnem in električnem polju, teoriji in tehnologiji flotiranja, specifikah bogatenja energetskih in mineralnih surovin in posebnih postopkih bogatenja in priprave mineralnih surovin.

24. Sodobne tehnologije gradnje in numerično modeliranje podzemnih objektov (izr. prof. dr. Vojkan Jovičić)

Doktorand je na podlagi predhodnega izobraževanja usposobljen, da samostojno rešuje naloge s področja geomehanike in podzemnih gradenj z uporabo numeričnih modelov za potrebe načrtovanja in analiziranja tovrstnih konstrukcij. Doktorand mora biti sposoben, da posebno znanje s področja inženirske geologije in hidrologije uporabi pri zasnovah geometričnih parametrov podzemnega prostora ob upoštevanju posebnosti hribinskih območij ter da temu primerno predvidi sodobno tehnološko osnovo načina gradnje podzemnega objekta. Za kompleksno dojemanje gradnje podzemnega objekta mora doktorand poznati tudi merske metode geometrične spremljave, geološko geotehnično vrednotenje opazovanih in merjenih parametrov strukturnih, mehanskih in kemičnih lastnosti zemljin in kamnin ter jih znati inženirsko interpretirati.

25. Modeliranje odkopnih metod (izr. prof. dr. Željko Vukelić, doc. dr. Janez Rošar)

Doktorand je na podlagi predhodnega izobraževanja usposobljen, da samostojno rešuje naloge s področja odkopavanja debelih slojev premoga z uporabo parametričnih in numeričnih modelov za potrebe projektiranja, izvedbe, spremljanja in analiziranja procesov podzemnega pridobivanja premoga. Doktorand mora biti sposoben, da posebno znanje s področja tehničnega rudarstva uporabi pri zasnovah tehničnih parametrov debelega sloja premoga ob upoštevanju posebnosti hribinskih območij ter da temu primerno predvidi sodobno tehnološko osnovo načina odkopavanja. Za kompleksno dojemanje parametrov odkopavanja debelih slojev premoga mora doktorand poznati tudi tehnične in tehnološke značilnosti ležišč in metode vrednotenja vplivnih dejavnikov, geološko geotehnično vrednotenje opazovanih in merjenih parametrov strukturnih, mehanskih in kemičnih lastnosti hribin ter jih znati inženirsko interpretirati.

26. Merski monitoring v geoznanosti (izr. prof. dr. Milivoj Vulić)

Raziskovanje na področju geotehnologije in rudarstva je močno povezano z opazovanjem dogajanja v geoprostoru. Meritve so podlaga teh opazovanj in za kakovost podatkov je zelo pomembna njihova pravilna izvedba. Načrtovanje in izvajanje meritev predstavlja osnovo monitoringa v geoznanosti in geofizikalnega raziskovanja. Kljub temu da so metode opazovanja močno različne, jim je skupno to, da mora biti vsaka meritev preverljiva in ponovljiva. Vsi merjeni podatki so podvrženi določeni napaki, ki jo lahko določimo v postopku analize kakovosti merjenih

podatkov. Zato bodo vsebine merskega monitoringa v geoznanosti omogočale slušateljem, da se seznanijo s praktičnim pridobivanjem podatkov, izvedbo merskih meritev v naravi, kot so na primer meritve premikov točk na površini in v podzemnih prostorih, meritev za določanje geološke strukture in lastnosti kamnin, med katere uvrščamo seizmične, geoelektrične, elektromagnetne, magnetometrične, gravimetrične, geotehnične in karotažne meritve v vrtinah, meritve za določanje hidrodinamičnih in fluidodinamičnih lastnosti kolektorskih plasti nafte, plina in geotermalne vode ter podzemne vode v vodonosnikih. Želimo, da bi tako kar največji krog strokovnjakov in prihodnjih znanstvenikov, ki se ukvarjajo s področjem geoznanosti, v okviru merskega monitoringa spoznal načine spremljanja prej omenjenih področij in pa predvsem izvedbo analize kakovosti meritev, še preden se te prenesejo v nadaljnjo obdelavo.

27. Metode napovedovanja sprememb v zemeljski skorji (doc. dr. Goran Vižintin)

Zemeljska skorja predstavlja tisti del planeta, na katerem izvajamo vse človeške aktivnosti na našem planetu. Po drugi strani pa se vpliv dinamike našega planeta odraža prav preko zemeljske skorje. Zato je poznavanje dogajanja v zemeljski skorji ključnega pomena za kakršne koli posege v naš naravni prostor. Poznavanje sprememb temelji na kakovostno izmerjenih in analiziranih merskih podatkih. Ko so ti dovolj dobri, pa je pomembno, da na njihovi podlagi lahko izdelamo analizo sprememb in po možnosti napovemo njihov razvoj v prihodnosti. Zato bodo slušatelji v okviru tega predmeta pridobili potrebno znanje o konceptih, metodologiji in praktični uporabi napovedovanja sprememb v okolju na podlagi geofizikalnih in geotehnoloških meritev. Posebna pozornost bo namenjena analizi rezultatov monitoringa s posebnim poudarkom na oceni kakovosti napovedanih sprememb v okolju. Napovedi se bodo izvajale na podlagi praktično pridobljenih podatkov, ki bodo pridobljeni v realnem geookolju in bodo rezultat ciljnih projektnih meritev na področju geotehnoloških in geofizikalnih ved.

28. Napredne metode izrabe geotermalne energije (izr. prof. dr. Željko Vukelić)

Z višanjem cen fosilnih virov energije in zahtevo Evropske unije, da Slovenija izpolni kvoto 20 % proizvodnje energije iz obnovljivih oziroma alternativnih virov, postaja geotermalna energija tudi za Slovenijo vse bolj pomemben vir. Žal je zemeljski toplotni tok v Sloveniji v svetovnem oziru le blizu povprečja. Razpoložljivost geotermalne energije je zato v Sloveniji relativno omejena, njen razvoj in izraba pa sta zato zahtevnejša in ekonomsko občutljivejša. Zaradi skromnega razvoja v zadnjih desetletjih v Sloveniji na tem področju primanjkuje kadra in praktičnega znanja. S tem predmetom želimo omogočiti, da se stanje na kadrovskem področju izboljša. Študenti pridobijo znanje o nastanku in delovanju naravnih geotermalnih sistemov, načinih njihovega izkoriščanja in oceni njihovih ekonomskih potencialov ter možnostih za formiranje začasnemu shranjevanju energije namenjenih inženirskih (geo)termalnih sistemov. Cilj je usposobitev študenta za praktično delo pri raziskavah in razvoju naravnih in inženirskih geotermalnih sistemov v Sloveniji in drugod.