

**DRUGOSTOPENJSKI UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM
KEMIJSKO INŽENIRSTVO,
UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA KEMIJO IN KEMIJSKO TEHNOLOGIJO**

Predstavitev študijskega programa:

1. Podatki o študijskem programu:

Drugostopenjski univerzitetni študijski program *KEMIJSKO INŽENIRSTVO* traja 2 leti (4 semestre) in obsega skupaj 120 kreditnih točk.

Strokovni naslov, ki ga pridobi magistrant, je:
magister inženir kemijskega inženirstva,
magistrica inženirka kemijskega inženirstva oziroma
mag. inž. kem. inž.

2. Temeljni cilji programa in splošne kompetence

Temeljni cilj:

Temeljni cilj magistrskega študijskega programa Kemijsko inženirstvo je usposobiti strokovnjake za poklicno kariero na področju kemijskega inženirstva, posredovati študentom znanja ter sodobna inženirska orodja, metode in tehnike, ki so potrebni a raziskovalno-razvojno delo na področju kemijskih produktov in procesov, usposobiti študente za identifikacijo in reševanje zahtevanih inženirskih problemov z uporabo inovativnih eksperimentalnih tehnik, usposobiti študente za prenašanje osvojenih znanj in sposobnosti na druge, vzgajati pri študentih komunikacijske in upravljalne sposobnosti.

Splošne kompetence:

Naziv magister kemijskega inženirstva bomo podelili študentom, ki so v ustreznem postopku ocenjevanja pokazali, da:

- imajo dobro podlago na glavnih področjih kemijskega inženirstva, solidno znanje kemije ter zadostno znanje matematike in fizike;
- so pridobili takšen standard znanj in kompetenc, s katerimi bodo lahko vstopili v tretji cikel sklopov predavanj oziroma programov;
- so sposobni analize, sinteze in razumevanja vpliva tehniških rešitev na okoljske in socialne odnose;
- so sposobni učinkovito komunicirati, tudi v angleščini, in uporabljati moderna predstavitvena orodja;
- so sposobni delati v multidisciplinarnih skupinah;
- 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.
- imajo poglobljena znanja za konceptualno, razvojno, načrtovalsko, raziskovalno in vodstveno dejavnost pri reševanju bolj kompleksnih problemov.

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

V študijski program druge stopnje Kemijsko inženirstvo se lahko vpiše, kdor je končal:

- a) študijski program prve stopnje s strokovnega področja kemijsko inženirstvo,
- b) študijski program prve stopnje s strokovnega področja kemija ali biokemija in ob vpisu v prvi letnik izbere med izbirnimi predmeti predmete iz prve stopnje študijskega programa Kemijsko inženirstvo: Fluidna mehanika, Prenos toplote in snovi, Kemijsko reakcijsko inženirstvo.
- c) študijski program prve stopnje z drugih strokovnih področij, ki niso zajeta v prejšnjih dveh odstavkih, če je pred vpisom v študijski program opravil obveznosti v obsegu 30 ECTS iz predmetov prve stopnje študijskega programa Kemijsko inženirstvo: Kemijska termodinamika, Fluidna mehanika, Prenos toplote in snovi, Kemijsko reakcijsko inženirstvo, Kemijsko inženirska termodinamika, Separacijski procesi.
- d) visokošolski strokovni program, če je pred vpisom v študijski program opravil študijske obveznosti v obsegu 30 ECTS iz predmetov prve stopnje študijskega programa Kemijska termodinamika, Fluidna mehanika, Prenos toplote in snovi, Kemijsko reakcijsko inženirstvo, Kemijsko inženirska termodinamika, Separacijski procesi.

V programu se predvideva **90** vpisnih mest. Če število prijavljenih kandidatov presega število vpisnih mest je omejitev vpisa.

V primeru omejitve vpisa bodo kandidati izbrani glede na doseženo povprečno oceno prvostopenjskega študija. Za kandidate, ki izpolnjujejo pogoje za vpis po točkah c) in d), se upošteva povprečna ocena prvostopenjskega študija 75% in povprečna ocena zahtevanih opravljenih študijskih obveznosti pod točkama c) in d) 25%.

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 Kemijsko inženirstvo, pridobljena v različnih oblikah izobraževanja. O priznavanju znanj in spretnosti pridobljenih pred vpisom odloča Senat FKKT 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 FKKT 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 Kemijsko inženirstvo, 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

Pogoji za napredovanje iz letnika v letnik:

Za vpis v drugi letnik mora imeti študent potrjen prvi letnik, to je podpisano inskripcijo in frekvenco iz vseh predmetov za prvi letnik. Poleg tega veljajo še naslednji prestopni pogoji:

Za vpis v drugi letnik mora imeti kandidat zbranih 60 kreditnih točk.

Organ FKKT, določen v Pravilih fakultete lahko izjemoma odobri napredovanje v drugi letnik študentu, ki je v prvem letniku dosegel najmanj 30 kreditnih točk po ECTS, če ima za to opravičljive razloge. Za opravičene razloge štejejo razlogi navedeni v Statutu Univerze v Ljubljani.

Študent letnik lahko ponavlja v kolikor je zbral 20 zahtevanih kreditnih točk za letnik.

Študent lahko v času študija enkrat ponavlja letnik ali enkrat spremeni študijski program zaradi neizpolnitve obveznosti v prejšnjem študijskem programu.

Študentu se lahko po drugem letniku v skladu z zakonom in statutom podaljša status študenta za največ eno leto, če zato obstajajo upravičeni razlogi in ima opravljene vse obveznosti iz prvih dveh letnikov.

Svetovanje in usmerjanje pri izbirnih predmetih bodo opravljali mentorji letnikov in tutorji.

6. Pogoji za dokončanje študija

Za dokončanje 2. stopnje študija mora študent opraviti študijske obveznosti pri vseh predmetih vpisanega študijskega programa, opraviti obveznosti v višini 120 KT ter izdelati in uspešno zagovarjati magistrsko delo skladno z določili Pravilnika o magistrskem delu, ki ga sprejme Senat Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani.

7. Prehodi med študijskimi programi

Za prehod med študijskimi programi šteje prenehanje študentovega izobraževanja v študijskem programu, v katerega se je vpisal in nadaljevanje izobraževanja v novem študijskem programu. Za prehod se ne šteje sprememba študijskega programa ali smeri zaradi neizpolnitve obveznosti v prejšnjem študijskem programu ali smeri. Za prehod med študijskimi programi se ne šteje vpis v začetni letnik novega študijskega programa.

Magistrski študijski program 2. stopnje Kemijsko inženirstvo je odprt za študente drugih primerljivih magistrskih študijskih programov 2. stopnje in diplomante univerzitetnih študijskih programov, ki so bili sprejeti do 11.6.2004, zato se lahko v program vključijo študenti, ki so se usposabljali na drugih ustreznih študijskih programih.

Prehod študentov iz drugih magistrskih študijskih programov 2. stopnje in diplomantov univerzitetnih študijskih programov, ki so bili sprejeti do 11.6.2004 v 2. letnik magistrskega študijskega programa druge stopnje Kemijsko inženirstvo je mogoč, če je kandidatu pri vpisu v ta študijski program mogoče priznati vsaj polovico obveznosti, ki jih je opravil na prvem študijskem programu.

Študent, ki želi preiti na študijski program 2. stopnje Kemijsko inženirstvo, vloži prošnjo z dokazili o opravljenih obveznostih na dosedanem študiju in dokazilo o izpolnjevanju pogojev za vpis na magistrski študijski program 2. stopnje Kemijsko inženirstvo. V 2. letnik se študent vključi, če izpolnjuje prehodne pogoje po tem programu, pri čemer mora opraviti vse tiste izpite, ki so specifični za ta program.

O prehodih med programi odloča Senat Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo, ali organ, ki ga določi Senat fakultete.

8. 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. Postopek preverjanja in ocenjevanja znanja ureja Izpitni pravilnik Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani, ki ga sprejme Senat Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani.

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

9. Predmetnik študijskega programa

Število in poimenska navedba učnih enot, nosilci predmetov in ostali izvajalci

		<i>Nosilec predmeta</i>	
1. letnik			
1. semester			
1	Kataliza in heterogeni reakcijski sistemi	prof. dr. Janez Levec	
2	Nanomateriali in kompoziti	prof. dr. Jadran Maček	izr. prof. dr. Matjaž Krajnc
3	Bioproceno inženirstvo	prof. dr. Marin Berovič	
4	Procesi v tehnologijah varstva okolja	prof. dr. Jana Zagorc Končan	doc. dr. Andreja Žgajnar Gotvajn
5	Raziskovalno delo		
2. semester			
6	Kemijsko inženirska dinamika	izr. prof. dr. Igor Plazl	prof. dr. Ciril Pohar

7 - 12	Izbirni predmet - strokovni		
	Izbirni predmet - splošni		
5	Raziskovalno delo		
2. letnik			
3. semester			
13	Kemijsko mikroprocesno inženirstvo	izr. prof. dr. Igor Plazl	
14	Vodenje in ekonomika projektov	doc. dr. France Križanič	doc. dr. Franc Žerdin
15 - 20	Izbirni predmet - strokovni		
21	Magistrsko delo		
4. semester			
15 - 20	Izbirni predmet - strokovni		
	Izbirni predmet – splošni		
21	Magistrsko delo		

	Splošni izbirni predmeti		
	Izbirni predmeti iz drugih programov		

	Strokovni zbirni predmeti 1. letnika		
7	Reologija kompleksnih tekočin	doc. dr. Andreja Zupančič Valant	
8	Industrijska ekologija in čistejša proizvodnja	prof. dr. Jana Zagorc Končan	doc. dr. Andreja Žgajnar Gotvajn
9	Propad gradiv	doc. dr. Miran Gaberšček	
10	Inženirstvo anorganskih materialov	prof. dr. Jadran Maček	
11	Bioreaktorsko inženirstvo	prof. dr. Marin Berovič	
12	Polimerno reakcijsko inženirstvo	doc. dr. Urška Šebenik	
Strokovni zbirni predmeti 2. letnika			
15	Načrtovanje kemijskih procesov	prof. dr. Janez Levec	
16	Kemija in tehnologija keramike in silikatov	prof. dr. Danilo Suvorov	
17	Polimerno procesno inženirstvo	izr. prof. dr. Matjaž Krajnc	
18	Organski premazi	prof. dr. Janvit Golob	
19	Bioremediacijske tehnologije	prof. dr. Aleksander Pavko	
20	Biotransformacije	doc. dr. Polona Žnidaršič Plazl	

Kreditno ovrednotenje celotnega programa in posameznih učnih enot

1. letnik		<i>Kontaktne ure</i>						ECTS	ŠOŠ	
		<i>P</i>	<i>S</i>	<i>SV</i>	<i>LV</i>	<i>TD</i>	<i>DO</i>			Σ
1. semester										
1	Kataliza in heterogeni reakcijski sistemi	60	15					75	5	150
2	Nanomateriali in kompoziti	45	30					75	5	150
3	Bioproceno inženirstvo	45	15		15			75	5	150
4	Procesi v tehnologijah varstva okolja	45	15		15			75	5	150
5	Raziskovalno delo						150	150	10	300
Skupaj		195	75		30		150	450	30	900
2. semester										
6	Kemijsko inženirska dinamika	60	15					75	5	150
7	Izbirni predmet - strokovni	45	15		15			75	5	150
8	Izbirni predmet - strokovni	45	15		15			75	5	150
9	Izbirni predmet – splošni	45	15	15				75	5	150
10	Raziskovalno delo						150	150	10	300
Skupaj		195	60	15	30		150	450	30	900
Skupaj 1. letnik		390	135	15	60		300	900	60	1800

Splošni izbirni predmeti 1. letnika		<i>Kontaktne ure</i>						ECTS	ŠOŠ	
		<i>P</i>	<i>S</i>	<i>SV</i>	<i>LV</i>	<i>TD</i>	<i>DO</i>			Σ
Izbirni predmet iz drugih programov*		45	15	15				75	5	150

*predmet je mogoče izbrati za splošni izbirni predmet v 1. ali v 2. letniku, vendar samo enkrat v celotnem študiju.

Strokovni izbirni predmeti 1. letnika		<i>Kontaktne ure</i>						ECTS	ŠOŠ	
		<i>P</i>	<i>S</i>	<i>SV</i>	<i>LV</i>	<i>TD</i>	<i>DO</i>			Σ
11	Reologija kompleksnih tekočin**	45	15		15			75	5	150
12	Industrijska ekologija in čistejša proizvodnja**	45	15		15			75	5	150
13	Propad gradiv**	45	30					75	5	150
14	Inženirstvo anorganskih materialov**	45	30					75	5	150
15	Biorektorsko inženirstvo**	45	15		15			75	5	150
16	Polimerno reakcijsko inženirstvo**	45	15		15			75	5	150

** predmet je mogoče izbrati za strokovni izbirni predmet v 1. ali v 2. letniku, vendar samo enkrat v celotnem študiju.

2. letnik		Kontaktne ure						Σ	ECTS	ŠOŠ	
		P	S	SV	LV	TD	DO				
3. semester											
17	Kemijsko mikroprocesno inženirstvo	45	30					75	5	150	
18	Vodenje in ekonomika procesov	30	15	30				75	5	150	
19	Izbirni predmet - strokovni	45	15		15			75	5	150	
20	Izbirni predmet - strokovni	45	15		15			75	5	150	
21	Magistrsko delo						150	150	10	300	
Skupaj		165	75	30	30			150	450	30	900
4. semester											
22	Izbirni predmet - strokovni	45	15		15			75	5	150	
23	Izbirni predmet – splošni	45	15	15				75	5	150	
24	Magistrsko delo						300	300	20	600	
Skupaj		90	30	15	15			300	450	30	900
Skupaj 2. letnik		255	105	45	45			450	900	60	1800

Strokovni izbirni predmeti 2. letnika		Kontaktne ure						Σ	ECTS	ŠOŠ	
		P	S	SV	LV	TD	DO				
25	Načrtovanje kemijskih procesov**	45	15	15				75	5	150	
26	Kemija in tehnologija keramike in silikatov**	45	30					75	5	150	
27	Polimerno procesno inženirstvo**	45	15		15			75	5	150	
28	Organski premazi**	45	15		15			75	5	150	
29	Bioremediacijske tehnologije**	45	15		15			75	5	150	
30	Biotransformacije**	45	15		15			75	5	150	
Skupaj vsi letniki		645	240	60	105	0		750	1800	120	3600

Legenda:

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

10. Podatki o možnostih izbirnih predmetov in mobilnosti

Obvezni splošni	Obvezni strokovni	Izbirni predmeti	Izbirni predmeti iz drugih programov
Vodenje in ekonomika projektov	Kataliza in heterogeni reakcijski sistemi	Reologija kompleksnih tekočin	
	Nanomateriali in kompoziti	Industrijska ekologija in čistejša proizvodnja	
	Bioproceno inženirstvo	Propad gradiv	
	Procesi v tehnologijah varstva okolja	Inženirstvo anorganskih materialov	
	Kemijsko inženirska dinamika	Bioreaktorsko inženirstvo	
	Kemijsko mikroprocesno inženirstvo	Polimerno reakcijsko inženirstvo	
	Raziskovalno delo	Načrtovanje kemijskih procesov	
	Magistrsko delo	Kemija in tehnologija keramike in silikatov	
		Polimerno procesno inženirstvo	
		Organski premazi	
		Bioremediacijske tehnologije	
		Biotransformacije	
4,17%	66,67%	20,83%	8,33%

Zaradi mobilnosti ima študent možnost, da najmanj 10 kreditnih točk iz obveznih ali izbirnih enot programa prenese iz enega študijskega programa v drugega (6. čl. Meril za kreditno vrednotenje).

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo s sklepom senata določi postopke za priznavanje kreditnih točk, pridobljenih v drugih študijskih programih na istem ali drugih visokošolskih zavodih.

11. Predstavitev posameznih predmetov

Kataliza in heterogeni reakcijski sistemi (5 ECTS): Predmet študentom razvija sposobnost analize in sinteze kompleksnih procesov s snovno pretvorbo (reakcijo). Predmet je nadaljevanje predmeta Kemijsko reakcijsko inženirstvo in ponuja znanja, ki so potrebna pri obravnavanju in načrtovanju procesov ter reaktorjev, v katerih potekajo reakcije z več fazami. Študentje spoznajo osnovne zakonitosti v zapisovanju hitrosti kemijskih in fizikalnih sprememb na infinitizemalni ravni reaktorja vendar na molekularni skali. Razumejo, da le integracija po prostoru reaktorja daje zvezo med obratovalnimi pogoji in dobitkom na makro skali. Vsebina predmeta zajema: mehanizmi in kinetika reakcij na površini trdnega katalizatorja, teorija prehodnega stanja površinskih reakcij, reaktivnost površine, karakterizacija trdnih katalizatorjev, katalizatorji v farmacevtski in petrokemični industriji ter katalizatorji v procesih varstva okolja, transport snovi in toplote na površino trdnega katalizatorja, transport snovi in toplote znotraj poroznega katalizatorja, učinkovitostni faktor in

globalna hitrost reakcije, eksperimentalna določanja kinetičnih enačb za katalitske reakcije, analiza in načrtovanje reaktorjev za katalitske reakcije, psevdo-homogeni in heterogeni modeli, reaktor s strnjenim slojem, kapalni reaktor, reaktor z goščo, reaktor s fluidiziranim slojem, adiabatni reaktor s strnjenim slojem in stabilno obratovanje, heterogene nekatalitske reakcije, reakcija v sistemu kapljevina-kapljevina in kapljevina-trdno, reakcija v sistemu plin-kapljevina, načrtovanje reaktorjev za nekatalitske heterogene reakcije.

Kemijsko inženirska dinamika (5 ECTS): Študentje osvojijo znanja, potrebna za analizo in vodenje zahtevnejših realnih kemijskih procesov. Študentje znajo identificirati ključne dejavnike pri nadzoru kemijskih procesov, sposobni so pridobljena znanja uporabljati pri vzdrževanju in izboljševanju varnosti in ekonomičnosti obratovanja kemijskih obratov, sposobni so optimizirati obstoječe kemijske procese. Pridobljena znanja so sposobni uporabiti pri razvojnem in raziskovalnem delu na področjih razvoja in optimizacije procesov. Vsebina predmeta zajema: statični in dinamični modeli procesov, analiza statičnega in dinamičnega obnašanja enostavnih procesov, regulacijska zanka z negativno povratno vezjo, časovni odziv linearnih regulacijskih sistemov, analiza stabilnosti regulacijskega sistema, načrtovanje in uglasitev regulatorja, diskretni sistemi, dinamični odziv diskretnih sistemov in diskretna časovna analiza zaprtizančnih sistemov, vključitev konstitutivnih zvez regulacije v modelne enačbe za opis procesov, simulacija, regulacija in optimizacija izbranih dinamičnih procesnih sistemov.

Nanomateriali in kompoziti (5 ECTS): Študentje osvojijo osnovna znanja o novih, naprednih materialih, ki v zadnjem desetletju predstavljajo revolucijo in perspektivo na področju znanosti o materialih. Študentje znanja s področja klasičnih materialov razširijo na nanopodročje, tj. nanomaterialne, nanokompozite, nanostrukturirane materiale. Razumejo izvor nano-efekta pri nanomaterialih. Specifične lastnosti nanomaterialov, nanokompozitov in nanostrukturiranih materialov analizirajo glede na potencialne možnosti za njihovo uporabo in pri načrtovanju novih materialov. Vsebina predmeta zajema: nanomateriali, nanostrukturirani materiali, nanotehnologije, osnovne značilnosti nanomaterialov, nano efekt (površinski in kvantni prispevek), strukturne značilnosti nanodelcev, samoorganiziranje gradnikov v klastre, nanodelce, enoslojne in večslojne cevke, paličice in žičke, tanke filme, sinteza nanomaterialov, priprava nanokompozitov in nanostrukturiranih materialov, odvisnost lastnosti nanostrukturiranih materialov od njihove strukture in drugih karakteristik, karakterizacijske tehnike, uporaba nanostrukturiranih materialov.

Bioproceno inženirstvo (5 ECTS): Cilj predmeta je spoznavanje študentov z vlogo in povezavo biokemijskega inženirstva z biotehnologijo. Poudarek študija je v prenosu inženirskih tehnoloških znanj in aplikacij v raziskovalni laboratorijski in produkcijski industrijski praksi. Vsebina predmeta zajema: industrijski mikroorganizmi in industrijska uporaba rastlinskih, živalskih in človeških celic, mikroba fiziologija in metabolizmi, ohranjanje in prenos biološke informacije, vloga genskega inženiringa in etike v bioprocenem inženirstvu, genomika, proteomika, metabolomika, fiziologija mikrobnih procesov, stehiometrija bioprocsov, kontinuirno gojenje, kemostat, prenos snovi med celico in okolico, kinetika in modeli rasti, strukturirani in nestrukturirani kinetični modeli, instrumentacija in vodenje bioreaktorjev, pripravljalni in zaključni procesi, prenos znanj bioprocenega inženirstva, pripravljalnih, produkcijskih in zaključnih procesov v industrijske procese, aerobni in anaerobni procesi, konvencionalni biotehnološki procesi, industrijski biotehnološki procesi z bakterijami, kvasovkami, nitastimi glivami, algami, nekonvencionalni biološki sistemi z rastlinskimi in živalskimi celicami, monoklonskimi in poliklonskimi protitelesi, rekombinantnimi in človeškimi tkivnimi kulturami, načini bioproceniranja na

tekočih submerznih in površinskih gojiščih ter sistemi bioprociranja na trdnih gojiščih, biotehnologija pogonskih goriv, nanobiotehnologija, uporaba bioprocenega inženirstva v medicini, sodobne usmeritve v bioprocenem inženirstvu, integrirani procesi.

Procesi v tehnologijah varstva okolja (5 ECTS): Cilj predmeta je pridobitev poglobljenih znanj, potrebnih za aplikativno inženirsko reševanje okoljskih problemov na področju celovitega gospodarjenja z okoljem. Vsebina predmeta zajema: okoljska ocena industrijskih procesov (politika in strategija varovanja okolja, dodatno in procesno integrirano varovanje okolja, IPPC (Integrated Pollution Prevention) direktiva (minimizacija, recikliranje, ponovna uporaba, zelene tehnologije, trajnostni razvoj), moderno upravljanje industrijskih izpustov, najboljša dostopna tehnologija BAT (Best Available Technology) - kombinacija objekta in okolja z optimalno in ekonomsko najbolj učinkovito kontrolo onesnaženja), čiščenje onesnaženja (sodobni postopki in smeri razvoja pri čiščenju odpadnih vod, pregled konvencionalnih (koagulacija, flokulacija, adsorpcija, biološko čiščenje) in naprednih (oksidacijski procesi, katalitske in membranske tehnike) čistilnih naprav za čiščenje odpadnih vod, postopki in pregled čistilnih naprav za zrak (usedalniki, cikloni, elektrostatski precipitatorji, adsorberji, katalitski procesi), procesi bioremediacije za čiščenje onesnaženih tal, tehnološki/ekonomski vzvodi vodenja in nadzora čistilnih naprav/procesov, postopki optimizacije), zmanjševanje vplivov na okolje (pregled globalnih problemov (vzroki, ekonomske in socialne posledice, perspektive, možne rešitve), procesiranje in ravnanje z odpadki, odpadek kot surovina in energent (biogoriva), koncept čistejše proizvodnje, koncept proizvodnje brez odpadkov, zelene in trajnostne tehnologije, osnove LCA (Life Cycle Assessment)).

Kemijsko mikroprocesno inženirstvo (5 ECTS): Študentje osvojijo osnove mikroprocesne tehnologije, ki predstavlja nov koncept v kemijsko inženirski znanosti, in nadgradijo svoja znanja iz področja fluidne dinamike, prenosa toplote in snovi, reakcijske kinetike in numeričnih orodij. Študentje pridobijo uporabna znanja za opis (bio)kemijskih procesov in načrtovanje mikronaprav pri razvoju novih produktov. Vsebina predmeta zajema: splošni pojmi in definicije mikroreaktorske tehnologije (MRT), zgodovinski pregled razvoja MRT, MRT kot nov koncept kemijskega inženirstva, definicija mikroreaktorja, prednosti in slabosti (bio)kemijskih procesov na mikro nivoju, področja uporabe mikronaprav, sodobne tehnike izdelave mikrosistemov, mikrofluidna dinamika (paralelni tok mešljivih in nemešljivih tekočin v mikrokanalu, napoved 3D hitrostnega profila eno in dvofaznega sistema), reakcijsko difuzijska dinamika v mikroreaktorju (razvoj 2D in 3D matematičnih modelov, ki vključujejo tok tekočin in reakcijsko-difuzijske člene), napredna numerična orodja (implicitno reševanje kompleksnih nelinearnih sistemov, numerična analiza, ekvidistantne in neekvidistantne končne razlike, metoda končnih razlik na nepravilnih geometrijskih oblikah, uporaba računalniško matematičnih orodij (Mathematica, Comsol, CFD)), izbrani primeri, nano in mikro mebranske tehnologije (transport skozi membrane in membranske operacije).

Vodenje in ekonomika projektov (5 ECTS): Predmet študentom razvija zavest o pomenu projektnega vodenja v gospodarskih družbah, razvija zmožnosti za timsko delo v podjetjih, sposobnosti za presojo poslovnih priložnosti, obvladovanje strategije projektnega vodenja ter pridobivanje zmožnosti za samostojno vodenje. Vsebina predmeta zajema: vodenje projektov kot vodilo uspešne izvedbe delovnih procesov, projektni management in njegove posebnosti, pomen planiranja ter analiziranja v projektne vodenju, vodenje skupine in posameznikov, projektno in razvojno delovanje skupin, zasnova ter organiziranje projektne skupine, kadrovska sestava projektne skupine, delo v projektne skupinah, vloga vodje projekta, kako sestaviti projektne naloge, kako projektne naloge predstaviti ter verificirati, jo razstaviti v

posamezne faze ter za njihovo realizacijo izbrati ustrezne izvajalce, sistemi projektnih ključev, delitev nalog in nagrajevanje pri projektnem načinu dela, finančna shema vodenja projektov, doseganje končnega cilja projekta, vizija, nevarnosti, projektno načrtovanje, vsebina in način izdelave poslovnega načrta, kazalniki za vrednotenje uspešnosti projektov.

Načrtovanje kemijskih procesov (5 ECTS): Predmet študentom ponudi znanja, ki so potrebna za integralno načrtovanje kemijskih procesov. Študentje znajo identificirati ključne dejavnike pri sintezi in analizi kemijskih procesov, sposobni so pridobljena znanja uporabljati pri načrtovanju novih in analizi obstoječih procesov s stališča procesne opreme in ekonomike procesa. Vsebina predmeta zajema: sinteza procesa (strategija in konceptualno načrtovanje, dekompozicijske in hevristične strategije), pinch analiza (termodinamika, mreža toplotnih izmenjevalcev), preliminarna analiza procesa (poenostavljene snovne in energijske bilance, prostostne stopnje, »short cut« metode, algoritmi za reševanje procesnih shem), integracija procesa (toplotni stroji, toplotne črpalke, separatorji, reaktorji), načrtovanje procesov z uporabo pinch tehnologije, nizanje separatorjev, sinteza toplotnih izmenjevalcev, modeli in algoritmi za osnovne operacije, ekonomska evalvacija procesa (oprema in stroški, preračuni finančnih tokov), simulacijski koncepti načrtovanja procesov (modularni in sekvenčni pristop, analiza procesnih shem), numerične metode za velike sisteme nelinearnih algebraičnih enačb.

Industrijska ekologija in čistejša proizvodnja (5 ECTS): Cilji predmeta so spoznanje študentov, da industrijskega procesa ne moremo izvzeti iz njegove okolice, znanje za načrtovanje čistejše proizvodnje v obstoječi ali na novo načrtovani proizvodnji v različnih industrijskih branžah ter zavedanje o etični odgovornosti in potrebi po nenehnem izpopolnjevanju že postavljenega sistema. Vsebina predmeta zajema: industrijska ekologija (definicija, vzporednice med industrijskim procesom in biološkimi sistemi, povezava industrijskih sistemov z naravo in človekom, etika industrijske proizvodnje, etika in družbene posledice inženirskih odločitev, čistejša proizvodnja kot aplikacija industrijske ekologije v praksi za izboljšanje materialnih in energijskih izkoristkov, pomen celovitega pristopa), orodja (preprečevanje onesnaženja, eko-učinkovitost, čistejša proizvodnja, nadzor masnih in energijskih bilanc, multidisciplinarni pristop, koncept minimizacije, zamenjava surovin, optimizacija procesov, recikliranje, razgradnja, sekundarne surovine, ciklični procesi, koncept proizvodnje brez odpadkov, le s sekundarnimi surovinami kot odvečnim v proizvodnji, učinkovita in spodbujajoča zakonodaja), pristop k industrijski ekologiji (integrirana strategija preventive, LCA (Life Cycle Assessment) s svojimi osnovnimi pristopi, ekooptimizacija proizvodnega procesa, ekooptimizacija produkta, učinkovit transport, učinkovita izraba energije, uporaba obnovljivih virov energije (sodobna hidro energija, biogoriva, solarna energija in energija vetra) učinkovita podpora industrijski proizvodnji (vodenje), eko parki, vključevanje lokalne in širše skupnosti pri sprejemanju odločitev, globalen pristop, koncept trajnosti), uporaba koncepta industrijske ekologije na primeru (primer industrije ali izdelka, relevanten čas in slovenskemu prostoru).

Polimerno reakcijsko inženirstvo (5 ECTS): Študentje osvojijo pomen in vlogo reakcijskega inženirstva na področju polimerizacijskih procesov. Študentje znajo samostojno analizirati polimerizacijski proces in ga kvantitativno zapisati. Zapisane modele znajo uporabiti za analizo, načrtovanje in optimizacijo različnih polimerizacijskih procesov. Pridobljena znanja so sposobni uporabiti pri samostojnem razvojnem in raziskovalnem delu na področjih analize, načrtovanja in optimizacije procesov. Vsebina predmeta zajema: polikondenzacija (vrste polikondenzacij, vpliv reakcijskega medija, modeliranje polimerizacijskih shem, transportni pojavi, kinetično modeliranje), homogena radikalska polimerizacija (kinetika radikalske polimerizacije, difuzijsko kontrolirane reakcije, vrste polimerizacijskih reaktorjev, kinetično

modeliranje, modeliranje porazdelitev molekulskih mas, načrtovanje reaktorjev), suspenzijska in emulzijska polimerizacija (kinetika heterogenih polimerizacijskih procesov, transportni pojavi, vrste reaktorjev, načrtovanje procesnih naprav), povečevanje polimerizacijskih procesov, obravnava izbranih integralnih polimerizacijskih procesov.

Polimerno procesno inženirstvo (5 ECTS): Študentje osvojijo znanja o procesih in opremi na področju polimernega procesnega inženirstva. Študentje poznajo procese in naprave na področju polimernega procesnega inženirstva ter razumejo njihovo delovanje. Razumejo osnove dimenzioniranja polimernih procesnih naprav. Pridobljena znanja so sposobni uporabiti pri razvojnem in raziskovalnem delu na področju procesiranja različnih polimernih materialov ter pri uporabi in načrtovanju procesnih naprav. Vsebina predmeta zajema: teorija in praktična uporaba enačb za ohranitev mase, gibalne količine in energije, reološko, termodinamsko in tribološko obnašanje polimernih materialov, taljenje, črpanje in mešanje polimernih materialov, kompaundiranje, kompresijsko brizganje, injekcijsko brizganje, ekspanzijsko brizganje, kalandriranje, ekstrudiranje (tok taline, zadrževalni čas, deformacije, dimenzioniranje ekstruderja, povečevanje ekstruzijskega procesa na osnovi modelne teorije).

Organski premazi (5 ECTS): Študentje osvojijo različne stopnje razvoja organskih premazov. Študentje osvojijo znanja o lastnostih organskih premazov in njihovih filmov. Razumejo nastanek premaznega filma. Razumejo vpliv sestave premaza na lastnosti premaza in premaznega filma. Poznajo osnovno formulacijo premaza. Poznajo povečevalne kriterije za prenos tehnologije v proizvodni proces. Pridobljena znanja so študentje sposobni uporabiti pri svojem raziskovalnem delu na področju razvoja in optimizacije organskih premazov. Vsebina predmeta zajema: formiranje premaznih filmov, tokovne lastnosti organskih premazov, mehanske lastnosti organskih premazov, stabilnost in odpornost organskih premazov na vplive okolja, adhezija, korozijska zaščita premazov, lateksi, pregled veziv in njihove lastnosti, topila, barva in pigmenti, pigmentne disperzije, načini aplikacije organskih premazov, defekti premaznega filma, formulacije in priprava organskih premazov (izbrani primeri), povečevalni kriteriji in prenos tehnologije v proizvodnjo.

Reologija kompleksnih tekočin (5 ECTS): Predmet podaja teoretične reološke principe in uporabo različnih reoloških materialnih funkcij za opis viskoelastičnega obnašanja. Študentje osvojijo principe eksperimentalne reologije kompleksnih tekočin in poltrdnih materialov. Predmet podaja znanje o uporabnosti reoloških podatkov in pravilno izbiro reoloških modelov pri razvoju novih produktov ali kot kriterij kakovosti materialov. Vsebina predmeta zajema: osnove teoretične reologije in reološki principi, reološko obnašanje ne-newtonskih tekočin in poltrdnih snovi, koncept notranje strukture, molekularni in strukturni parametri, napetostni in deformacijski tenzor, konstitutivne enačbe za opis strižnega toka in strižne deformacije, postavitev in uporaba reoloških modelov na osnovi eksperimentalnih podatkov, linearna viskoelastičnost, mehanski modeli, obnašanje viskoelastičnih tekočin, prenos materialnih reoloških funkcij v modele fluidne dinamike za opis strižnega toka, uporaba reoloških podatkov in modelov pri načrtovanju industrijskih procesov, rotacijski in kapilarni reometri (principi merjenja, merilne tehnike in postopki), opredelitev materialnih funkcij pri oscilatornih testih, testih lezenja in obnove, povezava med in notranjo strukturo materiala in viskoelastičnimi lastnostmi, analiza in uporaba eksperimentalnih rezultatov pri razvoju novih materialov, kot kriterij kakovosti v različnih aplikacijah in kot procesni parametri v tehnoloških procesih, reološko obnašanje različnih skupin ne-newtonskih tekočin, kot so polimeri, suspenzije, šibko-gelske strukture, biološke in telesne tekočine.

Bioreaktorsko inženirstvo (5 ECTS): Cilj predmeta je spoznavanje študentov z osnovami delovanja, vodenja in načrtovanja bioreaktorjev, vseh inženirskih operacij procesa biosinteze in prenosa tehnologije iz laboratorijskega v industrijsko merilo, kar slušatelj spozna na praktičnih primerih. Vsebina predmeta zajema: transportni procesi v bioreaktorjih, mešala v bioreaktorjih, načini mešanja aksialni in radialni, pnevmatski načini mešanja, mešanje z obtočnimi črpalkami, fluidna dinamika in reologija bioprocenih brozg, tokovni modeli, problematika snovnega in toplotnega prenosa v bioreaktorjih, vrste bioreaktorjev z ozirom na uporabljeni substrat, membranski bioreaktorji in bioreaktorji za sintezo posebnih produktov, bioreaktorji velikih dimenzij za čiščenje odpadnih vod in bioreaktorji za anaerobne procese, fotobioreaktorji za kultivacijo rastlinskih tkivnih kultur in alg, principi načrtovanja in izbire bioreaktorja, povečevalni in pomanjševalni kriteriji, fizikalni in biološki koncept povečevanja, izbrani primeri prenosa bioprocen v industrijsko merilo, primerjava ekonomike obratovanja med različnimi vrstami bioreaktorjev, vodenje bioprocen z ozirom na izbiro vrste substrata in bioreaktorja (šaržno obratovanje, kontinuirno obratovanje, obratovanje z reciklom, obratovanje z napajanjem substrata), bioproceniranje na trdnih gojiščih, uporaba nevronske mreže in umetne inteligence za vodenje biotehnoloških procesov, bioprocena analitika, merjenje fizikalnih, kemijskih in bioloških količin, optični senzorji in biosenzorji, procesno integrirani sistemi, primeri integriranih bioprocen.

Biotransformacije (5 ECTS): Cilj predmeta je seznaniti študente z možnostmi uporabe biotransformacij z encimi ali celotnimi celicami v industriji, razvijati zavest o pomenu biotransformacij pri načrtovanju okoljsko sprejemljivih procesov in uporabljati inženirske principe za analizo, načrtovanje in razvoj procesov z biokatalizatorji, pri čemer izhajajo iz znanj o molekularnih osnovah ved o življenju ter termodinamike in kinetike reakcije. Študentje razumejo zakonitosti delovanja encimov oz. celic kot biokatalizatorjev, kar omogoča razumevanje njihove uporabe v biotehnologiji. Vsebina predmeta zajema: uvod v encimsko tehnologijo in biotransformacije, encimi, mikroorganizmi kot biokatalizatorji, kinetika encimsko kataliziranih reakcij, stabilnost encimov, izboljšanje encimov, proizvodnja in izolacija encimov, encimi v organski kemiji, uporaba encimov v raztopinah, imobilizacija encimov, imobilizacija mikroorganizmov in celic, specifični reaktorji, karakterizacija imobiliziranih biokatalizatorjev, prenos snovi in reakcija, določanje kinetike imobiliziranih biokatalizatorjev, izbrani primeri industrijskih biotransformacij, integrirani procesi biotransformacij, biotransformacije v mikroreaktorjih, biotransformacije v nekonvencionalnih medijih.

Bioremediacijske tehnike (5 ECTS): Predmet podaja znanja o vrstah polutantov glede na sestavo, strukturo in lastnosti ter postopke za njihovo biorazgradnjo. Pridobljeno znanje študentom omogoča analizo določene problematike in sintezo znanj pri njenem reševanju. Znajo opredeliti nalogo in jo rešiti na teoretičnem in praktičnem nivoju. S pridobljenim znanjem so študentje sposobni za izbran polutant izbrati primeren proces in obratovalne pogoje v laboratorijskem merilu za raziskovalne namene ali pa v industrijskem merilu za proizvodno tehnologijo. Vsebina predmeta zajema: industrijski stranski produkti in odpadki (uničevanje, odstranjevanje ali izkoriščanje, prioritete in kriteriji), mikrobiološke aktivnosti in odpadki (posebne kulture mikroorganizmov, kinetika biodegradacije, procesi povezani z rastočimi oziroma nerastočimi mikroorganizmi, vpliv kemijske strukture na biodegradacijo in možni produkti glede na sestavo odpadkov), bioremediacija (bioremediacija kovin in drugih anorganskih polutantov, bioremediacija organskih polutantov, lahko in težko razgradljive molekule, razgradnja ksenobiotikov), izbrani primeri bioremediacijskih tehnologij za odpadke iz naftne industrije, biotehnološke proizvodnje antibiotikov, kemikalij, živil; blata iz čistilnih

naprav, hlapnih nehalogeniranih in halogeniranih spojin iz kemijske industrije, organskih pesticidov in herbicidov.

Propad gradiv (5 ECTS): Cilj predmeta je, da se študentje seznanijo z mehanizmi propadanja različnih vrst gradiv (kovinskih, keramičnih, polimernih, kompozitnih) ter z najpogostejšimi praktičnimi pristopi k reševanju te problematike. Vsebina predmeta zajema: definicija korozije, osnovna terminologija, metode obravnavanja korozijskih fenomenov, osnovne oblike korozije, gospodarske posledice korozije, korozijska termodinamika in kinetika v vodnih raztopinah (elektrokemijski potencial, Pourbaixovi diagrami, električni dvosloj, Butler-Volmerjeva enačba, koncept mešanega potenciala, korozijski tok in potencial, procesi pasivacije) korozijski mehanizmi (enakomerna, jamičasta, interkristalna, galvanska, kavitacijska, napetostna, plinska korozija, vodikova krhkost ipd.), splošne metode proučevanja korozijskih pojavov (elektrokemijske metode (potenciodinamična, Taflova analiza, polarizacijska upornost, ciklična voltametrika, anodna reaktivacijska polarizacija, impedančna spektroskopija), ultrazvočna metoda, optične metode, standardne metode za preiskavo specifičnih korozijskih oblik (interkristalna, kavitacijska, napetostna, špranjska)), korozija in pasivacija pomembnejših kovin (železo in jekla, aluminij, cink, baker), korozija polimerov, korozija betonov, zaščita pred korozijo (barvni premazi, galvanizacija, energetski objekti, energetski objekti, ekstremni pogoji).

Inženirstvo anorganskih materialov (5 ECTS): Študentje osvojijo načrtovanje anorganskih materialov s specifičnimi lastnostmi ter korelacijo med procesom za pripravo materiala, dobljenimi karakteristikami in njegovo uporabnostjo. Vsebina predmeta zajema: načrtovanje sodobnih anorganskih materialov s specifičnimi lastnostmi, prilagojenimi končnemu uporabniku, korelacija med procesom za pripravo materiala, dobljenimi karakteristikami in njegovo uporabnostjo, kontrola morfologije in drugih karakteristik sodobnih materialov, sinteza in procesi za pripravo anorganskih materialov (fizikalne metode – mletje, atomizacija, depozicija iz parne faze, napraševanje in kemijske metode – kristalizacija, precipitacija in koprecipitacija, sol-gel metode, aerosolne in emulzijske metode, zgorevalna sinteza, oksidacija, redukcija), prahovi, membrane, porozni materiali, tanki filmi, kompoziti, gradientni materiali, uporaba (katalizatorji, membrane, kompoziti, materiali v energetiki).

Kemija in tehnologija silikatov (5 ECTS): Predmet študente spoznava s področjem anorganskih nekovinskih materialov, ki je pomembno za številne slovenske industrijske organizacije. Vsebina predmeta uvaja študente v sestavo, strukturo, vrste in lastnosti ter tehnologije izdelave keramik in stekel. Seznanja ga z osnovnimi kemijskimi in fizikalnimi lastnostmi, principi izdelave in procesiranjem ter z načini uporabe anorganskih nekovinskih materialov. Predmet podaja tudi osnovna znanja o glazurah in emajlih ter hidravličnih vezivih. Vsebina predmeta zajema: keramika (osnove, kristalografske značilnosti in osnovne strukture, visokotemperaturna fazna ravnovesja, reakcijska kinetika, sintranje, razvoj mikrostrukture, proizvodne tehnologije, inženirska in elektronska keramika, kompoziti, biokeramika, sodobni keramični materiali in nanotehnologije), stekla (zgodovinski pregled stekel, Evansova, Zachariasnova in Goldschmitova teorija, struktura stekla, strukturni elementi, nukleacija in kristalizacija, ločevanje v faze, viskoznost in površinska napetost, optične in mehanske lastnosti, vrste stekel, tehnologije izdelave stekel, uporaba stekel, steklokeramika, biostekla, vlakna, glazure, emajli), hidravlična veziva (zgodovinski pregled, surovine, reakcijski produkti, hidratacija, vezenje in strjevanje, tipi cementa, mineralna sestava, kemijske in fizikalne lastnosti, tehnologija izdelave, Portlandski cement, aluminatni cement, pucolanski in elektrofiltrski cement).

Raziskovalno delo (20 ECTS): Cilj predmeta je, da študentje s pomočjo laboratorijskega praktičnega dela uporabijo osvojena teoretična znanja in v praksi spoznajo delovanje kemijsko inženirskih naprav, potek in vodenje procesov za namen pridobivanja oz. sinteze zelenega produkta iz specifičnega področja delovanja kemijskega inženirja. Da pri tem uporabijo in osvojijo potrebne instrumentalne in druge karakterizacijske tehnike oz. metode. Da dobljene rezultate z uporabo modernih programskih paketov kvantitativno obravnavajo v skladu s teoretičnimi napovedmi. Študentje pri predmetu pridobijo naslednje specifične kompetence: uporaba pridobljenih znanj na specifičnem področju delovanja kemijskega inženirja in samostojno opravljanje raziskovalnega in razvojnega dela. Raziskovalno delo se opravlja iz področja kemijskega inženirstva. Vsebina in naslov se določata v soglasju z izbranim mentorjem – nosilcem ene izmed vsebin v programu.

Magistrsko delo (30 ECTS): Dokončno oblikovanje pričakovanega lika magistranta! Vsebina in naslov magistrskega dela se določata v soglasju z izbranim mentorjem – nosilcem ene izmed vsebin v programu.