

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

**Predstavitev študijskega programa:**

**1. Podatki o študijskem programu:**

Prvostopenjski univerzitetni študijski program *KEMIJSKO INŽENIRSTVO* traja 3 leta (6 semestrov) in obsega skupaj 180 kreditnih točk.

Strokovni naslov, ki ga pridobi diplomant je:

diplomirani inženir kemijskega inženirstva (UN),  
diplomirana inženirka kemijskega inženirstva (UN) oziroma  
dipl. inž. kem. inž. (UN).

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

**Temeljni cilj:**

Temeljni cilj univerzitetnega študijskega programa Kemijsko inženirstvo je usposobiti strokovnjake, ki se bodo znali vključevati v realne industrijske procese in bodo lahko na osnovi kemijsko inženirskih znanj obravnavali, analizirali in načrtovali kemijske procese in produkte.

**Splošne kompetence:**

Naziv univerzitetni diplomirani kemijski inženir 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 drugi 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.

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

V študijski program Kemijsko inženirstvo se lahko vpiše:

- a) kdor je opravil maturo,
- b) kdor je opravil poklicno maturo v kateremkoli srednješolskem programu in izpit iz enega od maturitetnih predmetov; izbrani predmet ne sme biti predmet, ki ga je kandidat že opravil pri poklicni maturi,
- c) kdor je pred 1. 6. 1995 končal katerikoli štiriletni srednješolski program.

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

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

kandidati iz točk a) in c) izbrani glede na:

- splošni uspeh pri maturi oziroma zaključnem izpitu 60 % točk,
- splošni uspeh v 3. in 4. letniku 40 % točk;

kandidati iz točke b) izbrani glede na:

- splošni uspeh pri poklicni maturi 40 % točk,
- splošni uspeh v 3. in 4. letniku 40 % točk,
- uspeh pri maturitetnem predmetu 20 % točk.

### **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 Kemijskega inženirstva, 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 višji letnik mora imeti študent potrjen predhodni letnik, to je podpisano inškrpcijo in frekvenco iz vseh predmetov za posamezni letnik. Poleg tega veljajo še naslednji prestopni pogoji:

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

Za vpis v tretji letnik mora imeti opravljene vse obveznosti iz prvega letnika (60 KT) in zbranih 60 kreditnih točk iz drugega letnika.

Organ FKKT, določen v Pravilih fakultete lahko izjemoma odobri napredovanje v višji letnik študentu, ki je v predhodnem 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 tretjem 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 1. stopnje študija mora študent opraviti študijske obveznosti pri vseh predmetih vpisanega študijskega programa, opraviti obveznosti v višini 180 KT ter izdelati in uspešno zagovarjati diplomsko delo skladno z določili Pravilnika o diplomskem 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. Prehod iz drugih univerzitetnih in visokošolskih strokovnih študijskih programov v univerzitetni študijski program prve 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.

*1. Prehodi iz univerzitetnih študijskih programov (sprejeti pred 11.6.2004) in iz univerzitetnih študijskih programov prve stopnje (sprejeti po 11.6.2004) v univerzitetni študijski program prve stopnje Kemijsko inženirstvo*

Program je odprt za študente drugih primerljivih univerzitetnih programov, zato se lahko v program vključijo študenti, ki so se usposabljali na drugih univerzitetnih programih. Študent, ki želi preiti na UN študijski program Kemijsko inženirstvo, vloži prošnjo z dokazili o opravljenih obveznostih na dosedanjem študiju in dokazilo o izpolnjevanju pogojev za vpis na študijski program. Vključi se v tisti letnik, za katerega izpolnjuje prehodne pogoje po tem programu, pri čemer mora opraviti vse tiste izpite, ki so specifični za ta program. O prošnji za prehod odloča Senat Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani, ali organ, ki ga določi Senat fakultete.

*2. Prehodi iz visokošolskih strokovnih študijskih programov (sprejeti pred 11.6.2004) in iz visokošolskih strokovnih študijskih programov prve stopnje (sprejeti po 11.6.2004) v univerzitetni študijski program prve stopnje Kemijsko inženirstvo*

Študenti visokošolskega strokovnega programa Kemijska tehnologija, ki izpolnjujejo pogoje za vpis v univerzitetne študijske programe prve stopnje, lahko na podlagi predloženih dokazil preidejo v ustrezni letnik univerzitetnega programa prve stopnje Kemijsko inženirstvo. Določijo se jim manjkajoče obveznosti, ki jih morajo opraviti, če želijo diplomirati v novem programu. V primeru prehoda iz študijskega programa za pridobitev visoke strokovne izobrazbe v ta študijski program, mora kandidat izpolnjevati tudi pogoje za vpis v začetni letnik univerzitetnega študijskega programa prve stopnje Kemijsko inženirstvo.

*3. Prehodi iz višješolskih študijskih programov sprejetimi pred letom 1994 in univerzitetnim študijskim programom prve stopnje Kemijsko inženirstvo*

Diplomanti višješolskega programa Kemijska tehnologija sprejetega pred letom 1994 in imajo 3 leta delovnih izkušenj lahko preidejo v 3. letnik. Določijo se jim manjkajoče obveznosti, ki jih morajo opraviti pred vpisom. Vpišejo se lahko kandidati, ki so končali katerikoli štiriletni srednješolski 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 izpiti, 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>	
	<b>1. letnik</b>		
	<b>1. semester</b>		
1	Matematika I	prof. dr. Edvard Kramar	
2	Fizika I	prof. dr. Svjetlana Fajfer	
3	Splošna kemija	prof. dr. Ivan Leban	
4	Molekularne osnove ved o življenju	doc. dr. Marko Dolinar	
5	Osnove inženirstva	doc. dr. Boris Jerman	
6 - 9	Izbirni predmet - splošni		
	<b>2. semester</b>		
10	Matematika II	prof. dr. Edvard Kramar	
11	Fizika II	prof. dr. Svjetlana Fajfer	
12	Praktikum iz fizike	izr. prof. dr. Boštjan Golob	
13	Anorganska kemija	prof. dr. Ivan Leban	
14	Praktikum iz splošne in anorganske kemije	doc. dr. Amalija Golobič	
15	Kemijsko inženirstvo I	prof. dr. Aleksander Pavko	
	<b>2. letnik</b>		
	<b>3. semester</b>		
16	Matematika III	prof. dr. Edvard Kramar	
17	Organska kemija	prof. dr. Marko Zupan	
18	Kemijska termodinamika	izr. prof. dr. Andrej Jamnik	
19	Kvantna mehanika	prof. dr. Jože Koller	
20	Kemijska in procesna varnost	prof. dr. Jadran Maček	
6 - 9	Izbirni predmet - splošni		
	<b>4. semester</b>		
21	Instrumentalne metode	prof. dr. Lucija Zupančič Kralj	
22	Praktikum iz instrumentalnih metod	prof. dr. Lucija Zupančič Kralj	
23	Kemijsko inženirstvo II	izr. prof. dr. Matjaž Krajnc	
24	Fluidna mehanika	izr. prof. dr. Igor Plazl	
25	Materiali za inženirje	prof. dr. Radovan Stanislav Pejovnik	
26 - 32	Izbirni predmet - strokovni		
	<b>3. letnik</b>		
	<b>5. semester</b>		
33	Prenos toplote in snovi	izr. prof. dr. Matjaž Krajnc	
34	Kemijsko reakcijsko inženirstvo	prof. dr. Janez Levec	
35	Kemijsko inženirska termodinamika	prof. dr. Janvit Golob	
36	Produktno inženirstvo	doc. dr. Urška Šebenik	
26 - 32	Izbirni predmet – strokovni		
26 - 32	Izbirni predmet – strokovni		

<b>6. semester</b>			
37	Separacijski procesi	prof. dr. Janvit Golob	
38	Praktikum iz kemijskega inženirstva	doc. dr. Ana Lakota	
39	Diplomsko delo		

<b>Splošni izbirni predmeti</b>			
6	Uporaba IKT v naravoslovju in tehniki	prof. dr. Nikolaj Zimic	
7	Športna vzgoja	mag. Matej Jamnik	
8	Tehniška angleščina	mag. Nada Vukadinovič	
9	Industrijska lastnina in podjetništvo	doc. dr. France Križanič	doc. dr. Franc Žerdin

<b>Strokovni zbirni predmeti</b>			
26	Biotehnologija	prof. dr. Marin Berovič	
27	Osnove okoljskega inženirstva	prof. dr. Jana Zagorc Končan	doc. dr. Andreja Žgajnar Gotvajn
28	Polimerni materiali	doc. dr. Urška Šebenik	
29	Osnove polimernega inženirstva	doc. dr. Urška Šebenik	
30	Sodobne metode karakterizacije materialov	doc. dr. Marjan Marinšek	
31	Praktikum iz materialov	doc. dr. Klementina Zupan	
32	Mehanske in hidrodinamske operacije	prof. dr. Aleksander Pavko	

*Kreditno ovrednotenje celotnega programa in posameznih učnih enot*

1. letnik	Kontaktne ure							ECTS	ŠOŠ	
	P	S	SV	LV	TD	DO	Σ			
<b>1. semester</b>										
1	Matematika I	45		30				75	5	150
2	Fizika I	45		30				75	5	150
3	Splošna kemija	60	15					75	5	150
4	Molekularne osnove ved o življenju	45	15		15			75	5	150
5	Osnove inženirstva	45	30					75	5	150
	Izbirni predmet - splošni	30		45				75	5	150
	<b>Skupaj</b>	<b>270</b>	<b>40</b>	<b>105</b>	<b>15</b>			<b>450</b>	<b>30</b>	<b>900</b>
<b>2. semester</b>										
6	Matematika II	45		30				75	5	150
7	Fizika II	45		30				75	5	150
8	Praktikum iz fizike			15	60			75	5	150
9	Anorganska kemija	60	15					75	5	150
10	Praktikum iz splošne in anorganske kemije			30	45			75	5	150
11	Kemijsko inženirstvo I	30	45					75	5	150
	<b>Skupaj</b>	<b>180</b>	<b>60</b>	<b>105</b>	<b>105</b>			<b>450</b>	<b>30</b>	<b>900</b>
	<b>Skupaj 1. letnik</b>	<b>450</b>	<b>120</b>	<b>210</b>	<b>120</b>			<b>900</b>	<b>60</b>	<b>1800</b>

Splošni izbirni predmeti 1. letnika		Kontaktne ure						$\Sigma$	ECTS	ŠOŠ
		P	S	SV	LV	TD	DO			
12	Uporaba IKT v naravoslovju in tehniki*	30		45				75	5	150
13	Športna vzgoja*							75	5	150
14	Tehniška angleščina*	30		45				75	5	150
15	Industrijska lastnina in podjetništvo*							75	5	150

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

2. letnik		Kontaktne ure						$\Sigma$	ECTS	ŠOŠ
		P	S	SV	LV	TD	DO			
<b>3. semester</b>										
16	Matematika III	45		30				75	5	150
17	Organska kemija	60	15					75	5	150
18	Kemijska termodinamika	60	15					75	5	150
19	Kvantna mehanika	45	15	15				75	5	150
20	Kemijska in procesna varnost	45	15		15			75	5	150
	Izbirni predmet - splošni	30		45				75	5	150
	<b>Skupaj</b>	<b>285</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>15</b>			<b>450</b>	<b>30</b>	<b>900</b>
<b>4. semester</b>										
21	Instrumentalne metode	75						75	5	150
22	Praktikum iz instrumentalnih metod			15	60			75	5	150
23	Kemijsko inženirstvo II	30	45					75	5	150
24	Fluidna mehanika	60	15					75	5	150
25	Materiali za inženirje	45	15		15			75	5	150
	Izbirni predmet - strokovni	45	15	15				75	5	150
	<b>Skupaj</b>	<b>255</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>75</b>			<b>450</b>	<b>30</b>	<b>900</b>
	<b>Skupaj 2. letnik</b>	<b>540</b>	<b>150</b>	<b>120</b>	<b>90</b>			<b>900</b>	<b>60</b>	<b>1800</b>

Strokovni izbirni predmeti 2. letnika		Kontaktne ure						$\Sigma$	ECTS	ŠOŠ
		P	S	SV	LV	TD	DO			
26	Biotehnologija**	45	15		15			75	5	150
27	Osnove okoljskega inženirstva**	45	15		15			75	5	150
28	Polimerni materiali**	45	15		15			75	5	150
29	Industrijska praksa**						150	150	5	150

\*\* predmet je mogoče izbrati za strokovni izbirni predmet v 2. ali v 3. letniku, vendar samo enkrat v celotnem študiju.

3. letnik		Kontaktne ure						$\Sigma$	ECTS	ŠOŠ
		P	S	SV	LV	TD	DO			
<b>5. semester</b>										
30	Prenos toplote in snovi	60	15					75	5	150
31	Kemijsko reakcijsko inženirstvo	60	15					75	5	150

32	Kemijsko inženirska termodinamika	60	15			75	5	150		
33	Produktno inženirstvo	30	45			75	5	150		
	Izbirni predmet – strokovni	45	15	15		75	5	150		
	Izbirni predmet – strokovni	45	15	15		75	5	150		
	<b>Skupaj</b>	<b>300</b>	<b>120</b>	<b>30</b>		<b>450</b>	<b>30</b>	<b>900</b>		
<b>6. semester</b>										
34	Separacijski procesi	60	15			75	5	150		
35	Praktikum iz kemijskega inženirstva			90	60			150		
	Diplomsko delo					225	225	15		
	<b>Skupaj</b>	<b>60</b>	<b>15</b>	<b>90</b>	<b>60</b>	<b>225</b>	<b>450</b>	<b>30</b>		
	<b>Skupaj 3. letnik</b>	<b>360</b>	<b>135</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>225</b>	<b>900</b>	<b>60</b>		
<b>Strokovni izbirni predmeti 3. letnika</b>										
		<b>Kontaktne ure</b>								
		<b>P</b>	<b>S</b>	<b>SV</b>	<b>LV</b>	<b>TD</b>	<b>DO</b>	<b><math>\Sigma</math></b>	<b>ECTS</b>	<b>ŠOŠ</b>
36	Osnove polimernega inženirstva**	45	15		15			75	5	150
37	Sodobne metode karakterizacije materialov**	45	15		15			75	5	150
38	Praktikum iz materialov**			30	45			75	5	150
39	Mehanske in hidrodinamske operacije**	45	15		15			75	5	150
	<b>Skupaj vsi letniki</b>	<b>1350</b>	<b>405</b>	<b>420</b>	<b>300</b>	<b>0</b>	<b>225</b>	<b>2700</b>	<b>180</b>	<b>5400</b>

**Legenda:**

P – predavanja, S – seminar, SV – seminarske vaje, LV – laboratorijske vaje, TD – terensko delo, DO – druge oblike dela, v kolikor obstojajo, 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
Matematika I	Osnove inženirstva	Uporaba IKT v naravoslovju in tehniki	
Matematika II	Kemijsko inženirstvo I	Športna vzgoja	
Fizika I	Kemijsko inženirstvo II	Tehniška angleščina	
Fizika II	Fluidna mehanika	Industrijska lastnina in podjetništvo	
Praktikum iz fizike	Materiali za inženirje	Biotehnologija	
Splošna kemija	Kemijska in procesna varnost	Osnove okoljskega inženirstva	
Anorganska kemija	Prenos toplote in snovi	Polimerni materiali	
Praktikum iz splošne in anorganske kemije	Kemijsko reakcijsko inženirstvo	Osnove polimernega inženirstva	
Molekularne osnove ved o življenju	Kemijsko inženirska termodinamika	Sodobne metode karakterizacije materialov	
Matematika III	Separacijski procesi	Praktikum iz materialov	
Organska kemija	Produktno inženirstvo	Mehanske in hidrodinamske operacije	
Kemijska termodinamika	Praktikum iz kemijskega inženirstva	Industrijska praksa	
Kvantna mehanika	Diplomsko delo		
Instrumentalne metode			
Praktikum iz instrumentalnih metod			
41,7%	44,4%	13,9%	

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

**Matematika I** (5 ECTS): Cilj predmeta je, da študentje pridobijo osnovna znanja iz matematične analize, ki so osnova za vsako strokovno visokošolsko izobraževanje v naravoslovju in tehniki. Študentje se pri predmetu Matematika I seznanijo s temeljnimi matematičnimi pojmi in tehnikami, kot so vektorji, funkcije, odvod in integral, ki so nujno potrebni za razumevanje drugih matematičnih in strokovnih predmetov pri nadaljnjem študiju. Ob tem se študentje učijo matematičnega razmišljanja in strogosti, na vajah pa pridobivajo praktično, delovno znanje obravnavanega področja. Vsebina predmeta zajema: vektorji (definicija, seštevanje in množenje s skalarjem, linearna neodvisnost, baza, koordinatni sistem, skalarni, vektorski in mešani produkt), zaporedja (osnovni pojmi, limita, računanje z zaporedji, število  $e$ , konvergenca številske vrste, geometrijska vrsta), funkcija ene

spremenljivke (definicija in načini podajanja funkcij, osnovne operacije s funkcijami, inverzna funkcija, pregled, grafi in lastnosti elementarnih funkcij, parametrično dana krivulja, zveznost in enostranska zveznost, računske operacije z zveznimi funkcijami in lastnosti zveznih funkcij), limita funkcije (definicija in računanje z limitami), odvod in diferencial funkcije (definicija odvoda in njegov pomen, pravila za odvajanje in odvodi elementarnih funkcij, diferencial funkcije in uporaba, L'Hospitalovo pravilo), nedoločeni integral (definicija in osnovne lastnosti, nedoločeni integrali osnovnih funkcij, pravila in osnovne metode za integriranje, integracija preprostih racionalnih, algebraskih, trigonometrijskih in drugih funkcij), pojem diferencialne enačbe (preprosti primeri diferencialne enačbe 1. Reda), določeni integral (definicija in osnovne lastnosti, zveza med določenim in nedoločenim integralom, uporabe določenega integrala (ploščine, prostornine in površine vrtenin ter nekatere druge uporabe), izlimitirani integrali).

**Matematika II** (5 ECTS): Cilj predmeta je, da študentje pridobijo nekatera nadaljnja znanja iz matematične analize in linearne algebre, ki so osnova za vsako visokošolsko strokovno izobraževanje v naravoslovju in tehniki. Študentje se pri predmetu Matematika II seznanijo s temeljnimi matematičnimi pojmi in tehnikami, kot so višji odvodi in razvoji funkcij, diferencialne enačbe, matrike in sistemi enačb. Poznavanje teh poglavij je nujno potrebno za razumevanje drugih matematičnih in večine strokovnih predmetov. Na predavanjih in vajah se učijo matematičnega razmišljanja in strogosti, ter pridobivajo praktično znanje obravnavanega področja. Vsebina predmeta zajema: višji odvodi (uporaba prvega in višjih odvodov pri funkcijah, konveksnost, konkavnost, prevoj), razvoj funkcij (Taylorjeva formula in Taylorjeva vrsta, vrste za eksponentno, trigonometrijsko in logaritemsko funkcijo, razvoj potence binoma, Eulerjeva formula), ekstremi funkcije ene spremenljivke (definicija in pogoji za ekstrem, primeri in uporabe), navadne diferencialne enačbe (osnovni pojmi in lastnosti, enačbe prvega reda z ločljivimi spremenljivkami, linearna enačba, Bernoullijeva enačba, enačbe drugega reda, enačbe, ki se jim da znižati red, linearna enačba drugega reda (posebno enačba s konstantnimi koeficienti), preprosti sistemi linearnih diferencialnih enačb, robni in začetni problemi, primeri in uporabe), determinante (definicija in njene lastnosti, poddeterminante, praktično računanje determinant, reševanje sistemov enačb s Cramerjevim pravilom), premica in ravnina v prostoru ( enačbe ravnine in premice v prostoru, razdalje in koti), vektorski prostor  $n$ -teric (linearna neodvisnost, baza, skalarni produkt), matrike (osnovne operacije z matrikami, rang matrike, kvadratne matrike, inverzna matrika, matrika rotacije v ravnini in v prostoru), sistemi linearnih enačb (rešljivost sistema linearnih enačb, Gaussova metoda, lastne vrednosti in lastni vektorji matrike), metoda najmanjših kvadratov (iskanje najboljše aproksimacije prek normalnega sistema enačb.)

**Fizika I** (5 ECTS): Pri predmetu Fizika I študenti pridobijo razumevanje osnovnih fizikalnih pojmov in fizikalnih količin, spoznajo osnovne zakone narave, ter se ob reševanju problemov navadijo osnov analitičnega mišljenja. Predmet je podlaga za pridobitev kompetenc s področja kemijskega inženirstva. Vsebina predmeta zajema: kinematika (premo enakomerno in pospešeno gibanje točkastega telesa, gibanje v prostoru), dinamika (sila in masa, Newtonovi zakoni, izrek o gibanju težišča, izrek o gibalni količini, sila curka, izrek o kinetični energiji, delo, potencialna energija, prožnost, prožnostna energija, vrtenje togega telesa okoli nepremične osi, navor, Newtonov zakon pri vrtenju, izrek o vrtilni količini), mehanika tekočin (hidrostatika, hidrostatični tlak, vzgon, delo tlaka, hidrodinamika, opis toka tekočin, Bernoullijeva enačba), nihanje in valovanje (amplituda, frekvenca in nihajni čas, sinusno nihanje, vsiljeno nihanje, sklopljeno nihanje, spekter nihanja, longitudinalno in transverzalno valovanje, valovna dolžina, hitrost valovanja, interferenca, stoječe valovanje, lastna nihanja, osnove akustike), toplota (definicija temperature, temperaturno raztezanje teles, idealni plin,

enačba stanja, fazne spremembe, notranja energija, toplota, energijski zakon, kalorimetrija, notranja energija idealnega plina, različne spremembe idealnega plina, prevajanje toplote).

**Fizika II** (5 ECTS): Pri predmetu Fizika II študentje nadaljujejo s pridobivanjem razumevanja osnovnih fizikalnih pojmov in fizikalnih količin, spoznajo osnovne zakone narave, ter se ob reševanju problemov navadijo osnov analitičnega mišljenja. Predmet je podlaga za pridobitev kompetenc s področja kemijskega inženirstva. Vsebina predmeta zajema: električno in magnetno polje (statično električno polje, jakost električnega polja, električno polje točkastega naboja, Coulombov zakon, kondenzator, kapaciteta kondenzatorja, dielektrik v električnem polju, izmenični tok skozi kondenzator izoliran prevodnik v električnem polju, influenza, specifični upor, Ohmov zakon, enosmerni in izmenični tok, merjenje električnega toka in napetosti, statično magnetno polje, gostota magnetnega polja, sila na vodnik v magnetnem polju, magnetni navor na tokovno zanko, magnetni moment, induktivnost tuljave, izmenični tok skozi tuljavo, indukcija, generator in elektromotor, transformator), svetloba (elektromagnetno nihanje in valovanje, hitrost svetlobe, odboj, lom in interferenca svetlobe, svetlobni energijski tok, fotometrija, spekter svetlobe, elektromagnetno sevanje segretyh teles (Wienov in Stefanov zakon)), geometrijska optika (zrcala in leče enačba zrcal in leč, optične naprave (oko, povečevalno steklo in mikroskop)), osnove atomske fizike (fotoefekt, uklonska slika curka elektronov, de Broglieva valovna dolžina, zakoni sevanja črnega telesa, Bhorov model atoma, jedrski razpadi).

**Praktikum iz fizike** (5 ECTS): Študenti spoznajo osnovne fizikalne merske metode in eksperimentalno opremo, ob samostojni izvedbi meritev nekaterih fizikalnih procesov. Privadijo se kritičnemu ovrednotenju podatkov, analizi le-teh in določitvi merskih napak. Poglobijo znanje o osnovnih fizikalnih procesih in pridobijo izkušnje pri laboratorijskem delu. Predmetno specifične kompetence so pridobitev praktičnega znanja pri laboratorijskem delu, izvedbi fizikalnih meritev in obdelavi podatkov. Vsebina predmeta zajema laboratorijske vaje z naslovi: Težni pospešek, Vrtenje in vztrajnostni moment telesa, Prožnostni modul, Specifična toplota trdne snovi, Sklopljeno nihalo, Hitrost zvoka v plinu, Ultrazvok, Wheatstonov most, Sila na vodnik v magnetnem polju, Tuljava v magnetnem polju, Sila med ploščama kondenzatorja, Prehodni pojavi v električnih krogih, Modeli optičnih naprav, Meritev spektra z uklonsko mrežico, Fotoefekt.

**Splošna kemija** (5 ECTS): Študentje razširijo osnovna kemijska znanja za nadaljevanje študija kemijskega inženirstva. Pridobijo in nadgradijo srednješolsko znanje in razumevanje o kemijski nomenklaturi, strukturi atomov, periodnem sistemu, kemijskih vezeh med atomi, ioni in molekulami, lastnostih snovi v različnih agregatnih stanjih, raztopinah, različnih kemijskih reakcijah, lastnostih elementov in predvsem anorganskih spojin.

**Anorganska kemija** (5 ECTS): Za kemijsko inženirstvo je pomembno dobro poznavanje osnovnih kemijskih principov in lastnosti kemijskih elementov in spojin. Periodni sistem je najbolj uporabna tabela v kemiji. Vsebina predmeta zajema: pregled periodnega sistema, razširjenost elementov v naravi, kovine, nekovine, polkovine, poimenovanje kemijskih spojin, vodik in kisik, žlahtni plini, elementi in spojine VII., VI., V. in IV. skupine, bor, aluminij in spojine, II. in I. skupina periodnega sistema, prehodni elementi, lantanoidi in aktinoidi, produkti bazične kemijske industrije, materiali, pregled kemijske industrije v Sloveniji.

**Praktikum iz splošne in anorganske kemije** (5 ECTS): Študentje pri praktikumu osvojijo osnovno praktično znanje varnega dela v kemijskem laboratoriju ter znajo osnove kemijskega računanja uporabiti pri kvantitativnem vrednotenju določenih eksperimentov. Pridobljeno

znanje oziroma spretnosti pri laboratorijskem delu ter znanje postopkov in pristopov pri reševanju nalog pri kemijskem so temelji predmetom pri nadaljnjem študiju. Vsebine praktičnih vaj: formule kemijskih spojin, plinski zakoni in molska masa, kemijska reakcija in njen izkoristek, raztopine trdnih topljencev, mešanje raztopin, topnost, prekristalizacija, kisline, baze, soli (nevtralizacijska titracija), kemijsko ravnotežje, ionske reakcije, topnostni produkt, reakcije oksidacije in redukcije, sinteza amonij- železovega(II) sulfata heksahidrata, karakterizacija amonij- železovega(II) sulfata heksahidrata (nevtralizacijska retitracija in obarjalna titracija). Ob posameznih laboratorijskih vajah se vsebina osnovnega kemijskega računanja smiselno nadgrajuje: osnovni kemijski zakoni, množina snovi, molska masa snovi, formule spojin, računanje povezano s kemijsko reakcijo, parcialni tlaki, množinski deleži, prostorninski deleži, povprečne molske mase, koncentracije raztopin ter računanje pri titracijah, topnosti snovi, kemijskem ravnotežju, protolitskih ravnotežjih in redoks reakcijah .

***Molekularne osnove ved o življenju*** (5 ECTS): Študentje osvojijo tiste biološke osnove, ki jim omogočajo razumevanje delovanja molekul v celici in na živo celico ter osnove fizioloških procesov. Razumejo tudi najosnovnejše filogenetske odnose med organizmi in interakcije z okoljem. Zgradbo bioloških makromolekul poznajo dovolj natančno, da razumejo metabolične poti in molekularno-biološke procese pri predavanjih, ki nadgrajujejo znanja tega predmeta (npr. pri predmetu Biološka kemija v programu Kemija). Dobro razumejo tudi bioenergetske in metabolične osnove delovanja organizma ter temeljne procese prenosa genetskih informacij. Ob nekaterih zanimivih primerih biokemijskih procesov in tipov bioloških makromolekul bolje razumejo delovanje živega sveta. Vsebina predmeta zajema: življenje (življenje in vede o življenju, značilnosti celic (prokarionti in evkarionti, celična komunikacija), organi in fiziologija večceličnih organizmov, evolucija in filogenija, organizmi in okolje), biološke makromolekule (aminokislina, peptidi in proteini, 3D zgradba proteinov in njihova biološka vloga, encimi (reakcije, kinetika, inhibicija, koencimi), ogljikovi hidrati (zgradba in biološka vloga), lipidi, biološke membrane in transport, DNA in RNA, njuna zgradba in vloga), molekularne osnove celičnih procesov (ohranjanje in prenos biološke informacije, rekombinantna DNA in biotehnologija, celični ciklus in celična smrt, oksidativni stres, rak, osnove bioenergetike in celičnega metabolizma, molekularni motorji, protitelesa in imunski odgovor, biokemija čutil).

***Osnove inženirstva*** (5 ECTS): Študentje osvojijo potrebna znanja za komunikacijo s strokovnjaki nekemijskih tehničnih strok. Študentje spoznajo posamezne strojne elemente. Spoznajo zasnovo in delovanje strojev in naprav, ki se uporabljajo v procesni tehniki. Seznanijo se z osnovami tehniške dokumentacije in se usposobijo za njeno razbiranje. Osvojijo osnovne mehanske lastnosti gradiv ter osnovne koncepte dimenzioniranja z ustreznimi elementi mehanike. V vsebino predmeta so vključene tudi osnove elektromotorskih pogonov in njihovega krmiljenja.

***Kemijsko inženirstvo I*** (5 ECTS): Študentje osvojijo osnovna kemijsko inženirska znanja potrebna pri nadaljevanju študija, zmožnost za osnovno analizo, sintezo in kvantitativno vrednotenje enostavnih kemijskih procesov. Pridobljena znanja o kemijsko inženirskih zakonitostih in principih so sposobni uporabiti pri reševanju posameznih praktičnih računskih primerov in problemov v kemijski procesni tehniki in v nadaljnjem študiju na dodiplomski stopnji.

***Matematika III*** (5 ECTS): Cilj predmeta je, da študentje spoznajo nove pojme in tehnike matematične analize, kot so funkcije več spremenljivk, dvojni, trojni, krivoljni in ploskovni integrali, osnove diferencialne geometrije, parcialnih enačb in verjetnosti. Ta znanja se

uporabljajo pri mnogih področjih visokošolskega izobraževanja v naravoslovju, tehniki in nekaterih drugih strokah. Na predavanjih in vajah se učijo matematičnega razmišljanja in strogosti, ter pridobivajo praktično, delovno znanje obravnavanega področja. Vsebina predmeta zajema: funkcije dveh in več spremenljivk (definicija funkcije dveh spremenljivk in njen graf, limita in zveznost, funkcija treh in več spremenljivk, parcialni odvodi, parcialni odvodi posrednih funkcij, totalni diferencial in uporaba, Taylorjeva formula za funkcije dveh spremenljivk), ekstremi funkcij dveh spremenljivk (definicija in pogoji za ekstrem, uporaba ekstremov), dvojni in trojni integral (definicija in lastnosti, prevedba na dvakratni oz. trikratni integral, uvedba novih spremenljivk, primeri uporabe večkratnih integralov), osnovni pojmi diferencialne geometrije (skalarno in vektorsko polje, odvod skalarnega polja v dani smeri, gradient, divergenca in rotor), krivulje in ploskve v prostoru (načini podajanja, vektor tangente na krivuljo in vektor normale na ploskev), krivuljni in ploskovni integrali (definicije in računanje, Greenova formula, Gaussov in Stokesov izrek, primeri in uporabe), funkcijske vrste (osnovni pojmi, potenčne vrste, Fourierove vrste), parcialne diferencialne enačbe (osnovni pojmi, enačba za prevajanje toplote v eni in več dimenzijah, reševanje s Fourierovo vrsto), osnovni pojmi verjetnostnega računa (definicija verjetnosti, verjetnost vsote in produkta dogodka, neodvisnost, slučajna spremenljivka, porazdelitvena funkcija zvezne slučajne spremenljivke, Gaussova porazdelitev, matematično upanje in disperzija).

**Organska kemija** (5 ECTS): Znanje organske kemije je temeljno znanje, ki je osnova za študij kemijskega inženirstva in se hkrati navezuje na veliko ostalih predmetov študija. Osnovno znanje organske kemije je kemijskemu inženirju potrebno tudi pri opravljanju njegovega poklica. Vsebina predmeta zajema: pregled, fizikalne lastnosti in nomenklatura organskih spojin, kemijske vezi ter premiki elektronov, konformacije in stereokemija, tok elektronov, odcep protona in intermediati, stereoelektronski vplivi substituent na pretvorbe organskih molekul, pregled osnovnih tipov transformacij organskih spojin, kemija alkanov: nukleofilne, elektrofilne in radikalske substitucije, eliminacijske reakcije, kemija alkenov: elektrofilne, nukleofilne in radikalske adicije, kemija aromатов: elektrofilne, nukleofilne in radikalske substitucije, kemija karbonilov: nukleofilne, elektrofilne in radikalske adicije, adicije-substitucije ter adicije-eliminacije in oksidacije in redukcije

**Kemijska termodinamika** (5 ECTS): Študentje v okviru predmeta osvojijo povezave med fizikalnimi in kemijskimi pojavi ter med fizikalnimi in kemijskimi lastnostmi snovi. Študentje osvojijo temeljne fizikalno kemijske količine, s katerimi popisujemo stanje sistemov, ter s povezavo med njimi. Spoznajo splošne zakonitosti pri opisu različnih problemov iz naravoslovja in fizikalno-matematične metode za njihovo reševanje. Vsebina predmeta zajema: plinski zakoni, enačbe stanja za idealni in realni plin, kritični pojavi, prvi termodinamski zakon (funkcije stanja in funkcije poti, energija, toplota, delo, reverzibilni in ireverzibilni procesi, entalpija, termokemija in termokemijske enačbe), Drugi in tretji termodinamski zakon (entropija, entropijske spremembe pri reverzibilnih in ireverzibilnih procesih, toplotni stroji, izkoristek, Carnotov krožni proces, hladilnik in toplotne črpalke, prosta energija, ravnotežni pogoji za zaprte in odprte sisteme), raztopine (idealne in neidealne raztopine, faza, komponenta, parcialne molske količine, kemijski potencial, fugativnost, aktivnost in aktivnostni koeficient, standardna stanja, termodinamika mešanja, presežne vrednosti), fazna ravnotežja (prostostne stopnje, fazno pravilo, Clapeyronova in Clausius-Clapeyronova enačba, fazni diagrami enokomponentnih sistemov, binarni sistemi - Raoultov in Henryjev zakon, ravnotežje para-tekočina, vrelni diagrami, frakcionirna destilacija, fazni diagrami mešanic tekočin z omejeno topnostjo, ravnotežje trdno-tekoče, evtektični fazni diagrami, trdne raztopine, fazni diagrami trokomponentnih sistemov, koligativne lastnosti),

kemijsko ravnotežje (konstanta ravnotežja, homogena ravnotežje v plinasti in tekoči fazi, heterogena ravnotežja, Le Chatelierov princip).

**Kvantna mehanika** (5 ECTS): Študentje v okviru predmeta osvojijo elektronske strukture in geometrije molekul (iz osnovnih podatkov), napoved lastnosti molekul in njihovo povezavo s strukturo, načrtovanje molekul z vnaprej določenimi želenimi lastnostmi. Študentje se naučijo uporabljati računalniško grafiko. Spoznajo pomembne računalniške programe, ki se uporabljajo pri molekulskem modeliranju, sposobni so praktičnega dela na osebni računalniku, delovni postaji in velikem računalniku (preko računalniške mreže). Vsebina predmeta zajema: osnove kvantne mehanike (fotoni, valovanje, delci), operatorji, lastne funkcije in lastne vrednosti, pričakovane vrednosti, Heisenbergov in Paulijev princip, prehodi med kvantnimi stanji, opis in reševanje enostavnejših sistemov (delci ob pregradah in v potencialnih jamah, togi rotator, harmonski oscilator, vodikov atom (atomske orbitale)), metode za približno računanje (variacijska metoda in metoda motenj), modeli za obravnavanje molekulskih sistemov (teorija valenčnih vezi in teorija molekulskih orbital), kemijska vez, dvoatomne molekule, večatomne molekule in trdnine z molekularno orbitalno teorijo, gostotni funkcionali, računalniška kvantna kemija, glavne metode in računski modeli, pregled pomembnih računalniških sistemov na tem področju (Gaussian, Spartan, HyperChem ...), prikaz praktičnega dela z računalnikom na konkretnem problemu, individualno obravnavanje enostavnejših primerov s pomočjo metod računalniške kvantne kemije, računalniška grafika.

**Instrumentalne metode** (5 ECTS): Študentje v okviru predmeta osvojijo temeljne principe kemijske analize. Pridobijo znanja potrebna za razumevanje in izvedbo posameznih kemijskih in osnovnih instrumentalnih tehnik. Spoznajo in osvojijo pristope k izvedbi analiz. Vsebina predmeta zajema: osnovni pojmi in parametri analiznega procesa, statistika in vrednotenje rezultatov, pregled analiznih metod za določanje makro komponent, pregled instrumentalnih metod za identifikacijo in kvantitativno določanje snovi, njihovi principi, uporabnost, priprava in shranjevanje vzorca, izbira metode ter kritično ovrednotenje rezultatov analiz (molekulska absorpcijska spektrometrija, atomska absorpcijska in emisijska spektrometrija, IR spektrometrija, masna spektrometrija, rentgenska fluorescenca, potenciometrija, elektrogravimetrija, voltometrija, plinska in tekočinska kromatografija, ICPMS, NMR), osnove validacije.

**Praktikum iz instrumentalnih metod** (5 ECTS): Študentje pridobijo osnovna praktična znanja in spretnosti za uporabo instrumentalnih analiznih metod. Pri tem osvojijo tudi tehnike priprave vzorca za izbrane analize metode. Pridobljena praktična znanja in spretnosti so potrebna za nadaljevanje študija kemijskega inženirstva. Praktikum vključuje laboratorijsko eksperimentalno in seminarsko delo iz področij elektrokemijskih, spektroskopskih in separacijskih metod.

**Kemijsko inženirstvo II** (5 ECTS): Študentje pridobijo temeljna znanja o matematičnem zapisu ohranitvenih enačb z vključitvijo konstitutivnih zvez in upoštevanjem procesnih pogojev. Pridobljena znanja numeričnih metod jim omogočajo kvantitativno obravnavo in analizo preprostejših kemijskih procesov. Temeljna vsebinska področja predmeta so: energijske bilance (reakcijski in separacijski procesi, entalpijske spremembe), numerično reševanje navadnih diferencialnih enačb (analitična metoda, Eulerjeva metoda, Rungejeva trapezna metoda, Runge-Kutta-klasična metoda četrtega reda), sistem navadnih diferencialnih enačb, numerično reševanje parcialnih diferencialnih enačb (eksplicitna in implicitna metoda končnih razlik), analitična in numerična rešitev Laplaceove enačbe, zapis in reševanje

ohranitvenih enačb, povečevalni kriteriji, uporaba računalniških orodij (npr.: Mathematica, Comsol, Matlab).

**Fluidna mehanika** (5 ECTS): Študentje pridobijo temeljna znanja o statiki in dinamiki tekočin ter razumevanje načel fluidne mehanike, ki vključujejo ohranitvene enačbe za maso, energijo in gibalno količino. Temeljna vsebinska področja predmeta so: splošni pojmi in definicije fluidne mehanike, lastnosti kapljev in plinov, fluidna statika (masne, prostorninske in površinske sile, ravnotežje v tekočinah, hidrostatski pritisk, stisljivost tekočin), fluidna dinamika (opis toka tekočin, sile - gibanje in ravnotežje), fizikalne dimenzije, Newtonovi zakoni gibanja, snovne lastnosti, spremenljivke toka tekočin, opis toka tekočin - statičen/dinamičen, stacionaren/nestacionaren, enačba gibanja za viskozne tekočine - napetost, tenzor napetosti, simetrija tenzorja napetosti, tenzor napetosti za Newtonijske tekočine, Navier-Stokesova enačba, robni pogoji, kontinuitetna enačba, viskoznost - mikroskopska slika viskoznosti plinov in kapljev, analitične rešitve Navier-Stokesovih enačb, laminarno in turbulentno tok tekočin, mehanska energijska bilanca in Bernoullijeva enačba, torni koeficient in izračun linijskih izgub, dimenzijska analiza in kriterij dinamične podobnosti, uvod v teorijo mejnih plasti in turbulence, mešanje, tok tekočin skozi porozne medije.

**Materiali za inženirje** (5 ECTS): Študentje pridobijo znanja potrebna za osnovno oceno uporabnosti in primernosti določenih materialov za posamezne funkcije ali za kvalitetno napoved možnosti odpovedi gradiv, ki se uporabljajo bodisi kot komponente ali sestavni deli različnih struktur (gradbeni elementi ali strukture, reaktorske posode, stroji, naprave, sistemi in podobno). Pridobijo celovita znanja o lastnostih materialov s poudarkom na kemijskih, fizikalnih in mehanskih lastnostih. Razumejo zakaj in katere lastnosti so neodvisne od priprave, katere lastnosti pa so v odvisne od izbire procesa priprave in z njim določene mikrostrukture. Ob tem spoznajo konkretne materiale (kovine, polimerne snovi, keramiko, kompozite idr.), ki se uporabljajo v industrijskih in drugih aplikacijah ter pridobijo znanja potrebna za pravilno tolmačenje podatkov v priročnikih in bazah podatkov. To je še posebej pomembno kadar je gradivo izpostavljeno korozivni sredini ali drugim pogojem in obremenitvam, kjer prihaja do interakcije kemijskih, fizikalnih in mehanskih vplivov. Vsebina predmeta zajema: materiali v tehniki in vsakdanjem življenju, razdelitev in pregled osnovnih skupin materialov (kovine, polimeri, keramika, steklo in anorganska veziva, kompoziti, polprevodniki), značilne lastnosti (mehanske, termične, optične, električne, magnetne), kriteriji za izbor materialov, struktura in lastnosti, procesiranje materialov, propad in odpoved materialov, drugi kriteriji za izbor materiala.

**Kemijska in procesna varnost** (5 ECTS): Študentje se pri predmetu usposobijo za sistematičen pregled nevarnosti pri uporabi nevarnih kemikalij ter pri delu v kemijskih in sorodnih procesih, za zaznavanje potencialnih kritičnih mest, pripravo ocene tveganja in ukrepov za zmanjšanje tveganja. Vsebina predmeta zajema: Prepoznavanje, razumevanje in obvladovanje nevarnosti, ki jih predstavlja uporaba različnih kemikalij in nevarnih snovi. Študentje spoznajo nov evropski sistem obvladovanja tveganja pri ravnanju s kemikalijami – REACH, varnost pri delu v laboratoriju, kemijskih in drugih procesnih industrijah, analiza industrijskih procesov in priprava ocen tveganja, zajemanje pomembnih in kritičnih parametrov ter pogojev procesa, ki vplivajo na njegovo varnost. Pri vajah študentje analizirajo izbran kemijski proces in pri laboratorijskih vajah določijo ključen parameter, ki je pomemben za zagotavljanje varnosti.

***Prenos toplote in snovi*** (5 ECTS): Študentje kvantitativno obravnavajo osnovne načine prenosa toplote in snovi, razumejo zvezo med procesnimi spremenljivkami, znajo uporabiti matematične zveze za opis procesa. Pridobljena znanja uporabljajo pri študiju kemijsko inženirskih predmetov, kot tudi pri samostojnem razvojnem in raziskovalnem delu. Vsebina predmeta zajema: mehanizmi prenosa toplote, stacionarno in nestacionarno prevajanje toplote, prenos toplote s konvekcijo, korelacije za prenos toplote, prenos toplote pri vretju in kondenzaciji, toplotni menjalniki, prenos toplote s sevanjem, Fickov zakon, aplikacije in pomen prenosa snovi, primerjava Fickovega zakona z Newtonovim in Fourierjevim zakonom, Fickov 2. zakon, difuzija v razredčenih in koncentriranih raztopinah, difuzijski koeficienti, konvektivni prenos snovi (koeficienti snovnega prenosa in prehoda), prenos snovi med fazami, korelacije, ki vključujejo koeficiente snovnega prestopa, Reynoldsova in Chilton-Colburnova analogija za prenos snovi, toplote in gibalne količine v turbulentnem toku, filmska in penetracijska teorija snovnega prestopa, simultani prenos snovi, toplote in gibalne količine.

***Kemijsko reakcijsko inženirstvo*** (5 ECTS): Študentje osvojijo osnovne zakonitosti v zapisovanju hitrosti kemijskih in fizikalnih sprememb na infinitesimalni ravni reaktorja, ki po integraciji po prostoru reaktorja daje zvezo med obratovalnimi pogoji in reaktorjevim dobitkom na makro skali. Znanja jim omogočajo analizo obratovanja obstoječih in načrtovanje novih reaktorjev za vodenje reakcij v enostavnih homogenih sistemih. Vsebina predmeta zajema: kemijska reakcija in stehiometrija, kinetični in termodinamski podatki, teoretična napoved hitrosti reakcije, teorija trkov in teorija prehodnega stanja, kinetične enačbe enostavnih in sestavljenih homogenih reakcij, kemijski reaktor, osnove dimenzioniranja, snovna in toplotna bilanca, oblika toka v reaktorju, idealni in realni reaktorji, reaktorji za enostavne homogene reakcije–izotermni in neizotermni pogoji, šaržni reaktor, mešalni reaktor, cevni reaktor, mešalni reaktorji v vrsti, cevni reaktor z obtokom, adiabatni mešalni reaktor in stabilno obratovanje, reaktorji za vzporedne in zaporedne homogene reakcije, homogene katalitske reakcije, selektivnost, porazdelitev zadrževalnih časov (RTD) fluida v reaktorju, mikro in makro fluid, vzbujevalno-odzivna tehnika, pulzna in stopničasta motnja, neposredna uporaba RTD krivulj, disperzno-čepasti model, model mešalnih reaktorjev v vrsti, dvo in več-parametrski modeli.

***Kemijsko inženirska termodinamika*** (5 ECTS): Predmet podaja osnovna znanja, ki so potrebna študentom kemijskega inženirstva, saj le z razumevanjem principov kemijsko inženirske termodinamike, poznavanjem ustreznih metod in orodij lahko pristopijo k načrtovanju naprav, procesov in produktov. Vsebina predmeta zajema: pomen kemijsko inženirske termodinamike v praksi kemijskega inženirstva, ocena in napoved termofizikalnih lastnosti realnih substanc, fazna ravnotežja - dvofazna, večfazna in večkomponentna, korelacijski modeli kot  $g^E$  modeli oz. modeli aktivnostnih koeficientov, enačbe stanja za realne snovne sisteme in napovedni modeli kot metode prispevkov grup (UNIFAC, PSRK,...), modeli za izbor ustreznega topila, teoretični modeli, procesni simulatorji, predstavitev nekaj eksperimentalnih metod za določanje termofizikalnih lastnosti čistih substanc in mešanic, obravnavanje procesov in naprav, ki omogočijo pretvorbo energije iz ene oblike v drugo (turbina, toplotni stroji, kompresorji, toplotne črpalke, hladilni stroji), izračun stopnje učinkovitosti, pseudo-krožni procesi, uporaba toplotnih črpalk v kemijski industriji, uporaba p,h-diagramov in t,s-diagramov, termodinamski uščip.

***Separacijski procesi*** (5 ECTS): Predmet podaja znanja, ki omogočajo načrtovanje oziroma analizo separacijskih naprav. Vsebina predmeta zajema obravnavo tipičnih predstavnikov ravnotežij in specifičnih snovnih transportov v dvofaznih sistemih: sušenje, destilacija,



absorbpcija, ekstrakcija, kristalizacija ter ostalih izbranih klasičnih in novejših separacijskih procesov kot: membranske separacije, adsorpcija, visokotlačne tehnologije. Obravnava enostavnih in kompleksnih neidealnih večkomponentnih separacijskih sistemov. Izračuni dimenzij aparatov za dano kapaciteto oziroma pri dani kapaciteti izračun dimenzij. V nadgradnji znanj termodinamike in transportnih pojavov določitev potrebnega časa za separacijo in s kombinacijo potrebnega časa snovnega transporta med fazama in masne bilance.

**Produktno inženirstvo** (5 ECTS): Študentje osvojijo metodološki pristop k razvoju novih produktov, ki vključuje analizo potreb. Osvojijo različne stopnje razvoja kemijskih produktov in splošni pristop k definiranju potencialnih tehničnih rešitev ob upoštevanju ekonomskih, varstvenih in okoljskih dejavnikov. Vsebina predmeta zajema: definicija načrtovanja kemijskih produktov, opredelitev in interpretacija potreb kupca, razvoj idej za zadovoljitev potreb kupca (način tvorjenja idej, izvori za potencialne ideje, določitev pomembnih dejavnikov za oblikovanje idej), določitev izvedljivosti idej na osnovi termodinamskih zakonitosti in kriterijev, ki jih opredeljujejo transportni pojavi in kemijska kinetika ob upoštevanju okoljskih, ekonomskih in proizvodnih tveganj, razvoj procesa za izdelavo produkta, ki vključuje zbiranje in selekcijo podatkov, končno specifikacijo produkta, določitev procesnih naprav in procesno shemo, osnovni koraki pri načrtovanju produktov in procesov, ki vključujejo definicijo problema potencialne tehnične rešitve ob upoštevanju ekonomskih, varstvenih in okoljskih dejavnikov, načrtovanje produkta na osnovi kemijske strukture in fizikalno kemijskih lastnosti, preliminarna sinteza procesa na osnovi fizikalnih in kemijskih parametrov ter razvoj osnovnih procesnih shem, simulacija procesnih shem, sinteza procesa na osnovi kemijskih reakcij, transporta snovi in reciklov, separacijskih procesov, faznih sprememb, temperature, tlaka - združevanje posameznih operacij v osnovne procese, integracija energije in snovi, optimizacija procesnih shem, primeri načrtovanja in optimizacije specifičnih kemijskih produktov.

**Praktikum iz kemijskega inženirstva** (10 ECTS): 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. Pri tem uporabijo in osvojijo potrebne instrumentalne in druge karakterizacijske tehnike oz. metode. Dobljene rezultate kvantitativno obravnavajo z uporabo modernih programskih paketov in v skladu s teoretičnimi napovedmi. Praktikum vključuje projektno eksperimentalno in seminarsko delo, katerega teoretične osnove sodijo na naslednja temeljna področja: fluidna mehanika, prenos toplote in snovi, kemijsko reakcijsko inženirstvo, kemijsko inženirska termodinamika, separacijski procesi, produktno inženirstvo, materiali in karakterizacija materialov.

**Polimerni materiali** (5 ECTS): Študentje osvojijo osnovna znanja o polimernih materialih in njihovih ključnih lastnostih. Poznajo osnovne in specifične, znane polimerne materiale in njihove lastnosti ter uporabnost. Lastnosti polimernih materialov znajo povezati z njihovo strukturo in fizikalnim stanjem. Razumejo pomen in prednosti polimernih zmesi, polimernih kompozitov in polimernih nanokompozitov. Poznajo osnovne načine recikliranja polimernih materialov. Znanja iz predmeta zna uporabiti pri študiju predmetov s področja polimernega inženirstva in materialov. Študent je sposoben izbirati med različnimi polimernimi materiali za izbrano aplikacijo. Vsebina predmeta zajema: vrste polimernih materialov in njihove lastnosti (organski, anorganski, naravni in sintetični polimeri) ter uporabnost, fizikalno stanje in urejenost polimernih verig: amorfno in kristalinično stanje, deformacije stanja, sintetični polimeri: plastomeri, duromeri, elastomeri, polimeri za široko proizvodnjo in inženirski

polimeri, polimeri s posebnimi lastnostmi, tekoče kristalinični polimeri, polimerne zmesi, polimerni kompoziti in nanokompoziti, biopolimeri, recikliranje in razgradnja polimerov.

**Osnove polimernega inženirstva** (5 ECTS): Študentje osvojijo osnovna znanja iz področja polimernega inženirstva. Znajo kvantitativno obravnavati osnovne polimerizacijske procese in napovedovati ključne lastnosti produkta glede na vrsto in način polimerizacijskega procesa. Razume zvezo med procesnimi parametri in sintetiziranim polimerizacijskim produktom. Znajo uporabiti znanja kemijske kinetike in termodinamike na področju sinteze polimerov. Pridobljena znanja so sposobni uporabiti pri študiju kemijsko inženirskih predmetov, kot tudi pri samostojnem razvojnem in raziskovalnem delu. Sposobni so kvantitativne analize enostavnejših industrijskih polimerizacijskih procesov. Vsebina predmeta zajema: molekulska masa, porazdelitev molekulskih mas, modeli za napoved porazdelitve molekulskih mas, toplotni prehodi, fizikalna stanja polimerov, polimerizacijski procesi: stopenjska polimerizacija, verižna polimerizacija, kinetika kopolimerizacije, načini priprave polimernih zmesi, razvrstitev in analiza polimerizacijskih procesov glede na medij in njihove karakteristike: polimerizacija v raztopini, polimerizacija v masi, emulzijska polimerizacija, suspenzijska polimerizacija.

**Biotehnologija** (5 ECTS): Cilj predmeta je spoznavanje študentov z interdisciplinarnostjo in zakonitostmi biotehnologije in vloge, mikrobiologije, biokemije in biokemijskega inženirstva v biotehnologiji. Študentje uporabljajo znanja in razumevanja o mehanizmih in vlogi mikroorganizmov v biosintezi različnih produktov visokotonažne, rekombinantne in fine biotehnologije, ki jih v praksi nadgradi z inženirskimi znanji. Vsebina predmeta zajema: biotehnologija, njena struktura in interdisciplinarnost, mikrobiologija v biotehnologiji, mikrobiologija celice in tkivnih struktur, osnovne funkcije in strukture, metabolizem celice, energetika in transport v celici, encimi in encimske reakcije, osnove industrijske mikrobiologije in shanjevanja mikrobnih kultur, osnove genetskega spreminjanja organizmov, bioetika sodobne biotehnologije, od mikroorganizma do produkta, substrati in kinetika bioprocasa, primarni, sekundarni in mešani metabolizem in produkti, Monodova kinetika, struktura laboratorijskega, pilotnega in industrijskega procesa, osnove sterilnosti in sterilizacija, bioreaktorji in njihovo delovanje, osnove transportnih procesov in fluidne dinamike, instrumentacija in procesna kontrola, masne bilance in načini vodenja bioprocasa, osnove zaključnih procesov.

**Osnove okoljskega inženirstva** (5 ECTS): Cilj predmeta je razvijati zavest in znanje za kritičen in kvantitativen pristop k okoljskim problemom. Vsebina predmeta zajema: osnove okoljske problematike (osnovni procesi v okolju, soodvisnost elementov okolja, orodja okoljskega inženirja, kvantifikacija okoljskih problemov, lokalni in globalni okoljski vplivi človeka, trajnostni razvoj, etična izbira, ekonomski principi), onesnaženje (viri, tipične vrste in vplivi onesnaženja, dinamika onesnaženja, mehanizmi transporta, elementi in principi ekologije, kinetika (bio)kemijskih reakcij, večfazni sistemi in interakcije, masne in toplotne bilance ekosistemov, zakonodaja), vode (hidrološki cikel, kemija površinskih in odpadnih vod, osnove priprave in dimenzioniranja naprav za pripravo pitnih in tehnoloških vod, zbiranje in transport odpadnih vod, načini čiščenja in osnove dimenzioniranja čistilnih naprav, osnove modeliranja procesov čiščenja, postopki obdelave blata iz čistilnih naprav), tla (transport polutantov, pregled remediacijskih tehnik), zrak (primarni in sekundarni polutanti, kemija zračnih polutantov, mobilni in stacionarni viri polutantov, lokalni in globalni problemi osnove modeliranja disperzij polutantov, tehnologije kontrole emisij, recikliranje, osnove načrtovanja in dimenzioniranja čistilnih naprav, trdni odpadki (karakterizacija odpadkov, zbiranje in ravnanje z odpadki, recikliranje, separacija, deponije, sežig odpadkov).

**Sodobne metode karakterizacije materialov** (5 ECTS): Nagel razvoj tehnike temelji na novih in izboljšanih materialih in zahteva poznavanje metod njihove karakterizacije. Študentje spoznajo principe in načine merjenja določenih lastnosti anorganskih materialov ter s pomenom opisane karakteristike za uporabnost materialov. Vsebina predmeta zajema: mikrostruktura materialov (z optično in elektronsko mikroskopijo ter mikroskopija na atomsko silo, kvantitativna analiza mikrostrukture), kristalna struktura (tehnika z Guinierjevo kamero ter identifikacija vzorca po Hanawaltovi metodi in metoda rentgenske praškovne difrakcije ter identifikacija vzorca s programom PDSM), mehanske lastnosti (natezni preizkus, določitev deformacije in sile potrebne za zlom preizkušane materiala, izračun  $\sigma_{\text{nat}}$ ,  $\sigma_{\text{zlomna tehnična}}$ ,  $\sigma_{\text{zlomna realna}}$ , kontrakcija in E-modul), električne lastnosti (merjenje električnih karakteristik varistorja (nazivna napetost in koeficient nelinearnosti) ogled varistorke mikrostrukture, primerjava lastnosti nizkonapetostnega in visokonapetostnega varistorja), termična analiza (TG in DSC analiza kaolinita, vrednotenje rezultatov, določanje vsebnosti posameznih komponent v vzorcu, DSC analiza polietilenteraftalata (PET)), gostota in poroznost (piknometrična določitev gostote in poroznosti materiala s heksanom in Hg, določevanje specifične površine z adsorbicijo plinov (BET metoda)), impedančna spektroskopija (karakterizacija električnih lastnosti materialov (dielektrične konstante in specifične upornosti)), spektroskopske metode karakterizacije (FTIR karakterizacija materialov).

**Praktikum iz materialov** (5 ECTS): Namen predmeta je, da v prvem delu študentje pridobijo znanja za računsko obravnavo problemov s področja materialov, v smislu razumevanja njihove zgradbe v povezavi z lastnostmi (mehanskimi, termičnimi električnimi..) na mikro in makro nivoju. V drugem delu pa z laboratorijskim praktičnim delom pridobijo znanja o metodah karakterizacije materialov. Rezultate praktičnih meritev obdelajo in obrazložijo v skladu s teoretičnimi napovedmi. Znanje naj omogoči razumevanje in dialog inženirja s strokovnjaki drugih profilov v praksi in sodobni interdisciplinarni pristop k reševanju nalog. Vsebina predmeta zajema: primeri računskih problemov s področja materialov (mehanske lastnosti, električne lastnosti, termične lastnosti, magnetne lastnosti, gostota in poroznost, kemijske vezi, koordinacija, geometrija kristalov, smeri, ravnine, prostor, nekatere osnovne strukture, polimorfizem, točkasti defekti, difuzija v trdnem, teoretična zlomna trdnost, Schmidov zakon, Griffithova teorija, fazni diagrami (binarni, ternarni), fazni diagrami v povezavi z mikrostrukturo, trdne raztopine, nestehiometrične spojine, korozija, kinetika korozije), praktične vaje iz karakterizacije materialov (mikrostruktura materialov z optično in elektronsko mikroskopijo, mikroskopija na atomsko silo (AFM), kvantitativna analiza mikrostrukture, rentgenska praškovna analiza, določanje velikosti kristalitov, mehanske lastnosti, določanje trdote materialov, električne lastnosti, termična analiza, gostota, poroznost in specifična površina, metode klasične kemijske in instrumentalne analize materialov (IR, UV, NMR, MS)).

**Mehanske in hidromehanske operacije** (5 ECTS): Študentje osvojijo znanja iz področja mehanskih in hidrodinamskih operacij v kemijskem inženirstvu. Študentje so po osvojitvi pojmov, zakonitosti, teorij in pojavov, ki jih podaja ta predmet, sposobni razumeti specifičnosti posamezne operacije in vloge v tehnološkem procesu. Vsebina predmeta zajema: osnovne faze kemijskega procesa, mehanske operacije (karakteriziranje grobo disperznih sistemov, velikost delcev, procesi večanja površin, mletje, drobljenje, procesi manjšanja površin, aglomeriranje, procesi razvrščanja po velikosti, sejanje, primeri izbire in dimenzioniranja naprav), hidrodinamske operacije (posedanje v gravitacijskem polju, Stokesov zakon, posedalne naprave, fluidizacija, posedanje v centrifugalnem polju),

centrifuga, ciklon, filtracija, načini obratovanja in naprave, mikrofiltracija, ultrafiltracija, reverzna osmoza, osnovni principi, vrste membran in membranskih modulov, mešanje v sistemih tekoče, tekoče-plin in tekoče-trdno, primeri izbire in dimenzioniranja posameznih naprav, primeri sinteze posameznih mehanskih in hidrodinamskih operacij v tehnološki proces.

***Tehniška angleščina*** (5 ECTS): Cilj predmeta je dvigniti nivo znanja iz angleškega jezika na višjo stopnjo ob hkratnem uvajanju jezika stroke. Kompetence, ki jih študentje razvijejo so: sposobnost branja avtentičnih (tehničnih in strokovnih) tekstov, pisno sporočanje (pisanje sestavkov, povzetkov) ustna komunikacija (sodelovanje v diskusijah, predstavitve). Vsebina predmeta zajema: bralno razumevanje strokovnih tekstov ob hkratni gradnji splošnega in strokovnega besedišča, slovnične vaje, pisanje sestavka, pisanje povzetka, interpretiranje numeričnih podatkov (opisovanje grafov), pisanje pisem, e-sporočil, telefoniranje. Prek delavnic, ki potekajo v angleškem jeziku se študentje seznanijo s pisanjem strokovnih poročil, branjem in povzemanjem avtentičnih tekstov, iskanjem in evalvacijo informacij, diskusijami v skupini, dogovarjanjem, pisanjem zapisnikov, vodenjem sestankov, predstavitvami projektov z zagovorom.

***Industrijska lastnina in podjetništvo*** (5 ECTS): Cilj predmeta je študentom razvijati zavest o pomenu organizacije poslovanja v gospodarskih družbah, razvijati zmožnosti za presojo poslovanja v podjetjih, razvijati sposobnosti za presojo poslovnih priložnosti, naučiti obvladovati strategijo projektnega vodenja ter pridobiti zmožnosti za samostojno vodenje. Vsebina predmeta zajema: okolje podjetja, poslovni proces in poslovne funkcije, različne oblike družb z oceno njihovih prednosti in slabosti, pomen planiranja ter analiziranja, temeljne pojme ekonomike poslovanja, prvine poslovnega procesa, pojme stroški, stroškovna mesta, nosilci stroškov, temeljne pojme računovodskih izkazov, razlike med poslovnim, premoženjskim, finančnim in denarnim izidom, vplive prihodkov in odhodkov na poslovni izid ter uspešnost poslovanja, premoženje podjetja skozi poznavanje sestavin bilance stanja, vrednost in načine vrednotenja podjetja, poslovno načrtovanje, vsebino in način izdelave poslovnega načrta, makro ekonomsko politiko države v povezavi s kemijsko industrijo, teorijo denarja, kazalnike za vrednotenje uspešnosti gospodarjenja podjetij, različne poslovne priložnosti v marketingu, pomen in vsebino marketinške funkcije v podjetju, metode raziskovanja tržnega okolja, strategije trženja in trženjskega komuniciranja izdelkov in storitev, trženjsko informacijski sistem kot osnovo za opredelitev strategije in politike, marketinga, temeljna znanja iz projektnega menedžmenta, različne oblike in faze projektov, vlogo vodje projekta, kako projektno nalogo analizirati, jo razstaviti na faze, sestaviti projektni tim.

***Uporaba IKT v naravoslovju in tehniki*** (5 ECTS): Cilj predmeta je spoznati osnove algoritmičnega razmišljanja in kodiranja v primerno izbranem programskem jeziku. Vsebina predmeta zajema: Predstavitev podatkov (Boolova algebra, Števila v fiksni in plavajoči vejici, digitalni in analogni podatki),strojna oprema (razvoj računalnikov, Von Neumanov model, značilnosti procesne enote, pomnilnik, periferne naprave), programska oprema (operacijski sistemi, uporabniška programska oprema – urejevalniki teksta, urejevalniki tabel, elektronska pošta, iskanje po knjižničnih bazah podatkov, ...), osnove programiranja

***Športna vzgoja*** (5 ECTS): Cilj predmeta so skozi organizirano in načrtno vodeno športno vadbo pri študentih vplivati na oblikovanje pozitivnih stališč do športa, ozaveščati o vrednotah športa, navajati na zdrav način življenja ter aktivno in ustvarjalno izrabo prostega časa, usmerjati v organizirane oblike športa na univerzi in širšem okolju, preventivno vplivati

na posledice pomanjkanja gibanja, razvijati psihofizične sposobnosti in izpopolniti znanje v posameznih izbranih športnih panogah. Vsebina predmeta zajema: uvod in opredelitev predmeta (vsebina in organizacija), pomen in vloga predmeta ŠV kot vrednota kakovosti življenja v času študija in med opravljanjem poklica, učinki športne aktivnosti na celovito telesno, duševno in socialno zdravje študentov, športna aktivnost kot preventivna, korektivna in promocijska dejavnost za ohranjanje zdravja, športni način življenja kot vodilo zdravega načina življenja, izvajanje predmeta poteka tako, da študentje lahko izbirajo med štirimi moduli, in sicer: osnovni programi, zdravstveni ter specialni programi, tekmovalni programi in programi za usposabljanje za strokovno delo v športu.

***Diplomsko delo*** (15 ECTS): Dokončno oblikovanje pričakovanega lika diplomanta! Vsebina in naslov diplomskega dela se določata v soglasju z izbranim mentorjem – nosilcem ene izmed vsebin v programu.