

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
*za strojništvo*



Aškerčeva 6  
1000 Ljubljana  
Slovenija

**UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM I. STOPNJE**

**STROJNIŠTVO**

**RAZVOJNO RAZISKOVALNI PROGRAM**

**Predstavitveni zbornik**

**UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM I. STOPNJE**  
**STROJNIŠTVO**  
**RAZVOJNO RAZISKOVALNI PROGRAM**  
**UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO**  
**Predstavitev študijskega programa**

**1. Podatki o študijskem programu**

Naslov:

**Univerzitetni študijski program prve stopnje**  
**STROJNIŠTVO - Razvojno raziskovalni program**

Trajanje:

**3 leta**

Število ECTS:

**180**

Smer/moduli:

**Študijski program prve stopnje nima smeri.**

Strokovni naslov diplomanta:

**Diplomirani/-a inženir/-ka strojništva (UN)**  
oziroma z okrajšavo **dipl.inž.str. (UN)**

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

- Diplomantu omogočiti kakovostno znanje s trdno temeljno podlago znanj in razumevanja na širšem področju strojništva, ki mu v primeru zaključka študija daje ustrezne kompetence za ustrezno zaposljivost, v primeru nadaljevanja študija pa pridobljeno znanje predstavlja ustrezno izhodišče za raziskovalni študij na podiplomski stopnji.
- Razviti sposobnost kritične analize in sinteze ter vzgojiti profesionalno inženirsko odgovornost.
- S pridobljeno izobrazbo na širšem področju strojništva, primerljivo s sorodnimi študijskimi programi v Evropi, bo diplomant programa sposoben interdisciplinarnega povezovanja različnih področij.

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

V 1. letnik univerzitetnega študijskega programa I. stopnje **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program** se lahko vpiše, kdor je:

- A opravil maturo,
- B opravil poklicno maturo v katerem koli srednješolskem programu in izpit iz enega od maturitetnih predmetov: mehanika, fizika, matematika, računalništvo, elektrotehnika, ali tuj jezik; izbrani predmet ne sme biti predmet, ki ga je kandidat opravil pri poklicni maturi,
- C pred 1.6.1995 končal katerikoli štiriletni srednješolski program.

Število vpisnih mest je 300.

V primeru omejitve vpisa bodo:

Kandidati iz točke A in C izbrani glede na:

- splošni uspeh pri maturi oz. zaključnem izpitu in 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 in 40% točk,
- uspeh pri maturitetnem predmetu. 20% točk.

#### 4. Določbe o uporabi oz. konkretizaciji meril za priznavanje znanja in spretnosti, pridobljenih pred vpisom v program

Študentu se lahko priznajo znanja, ki po vsebini in obsegu ustrezajo učnim vsebinam predmetov v programu **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program**. O priznavanju znanj in spretnosti pridobljenih pred vpisom odloča komisija za univerzitetni študij UL FS na podlagi pisne vloge študenta, priloženih pisnih spričeval in drugih listin, ki dokazujejo uspešno pridobljeno znanje in vsebino teh znanj ter v skladu s pravilnikom o postopku in merilih za priznavanje neformalno pridobljenega znanja in spretnosti, sprejetega na 15. seji Senata UL 29.5.2007. V primeru, da komisija za univerzitetni študij ugotovi, da se pridobljeno znanje lahko prizna, se to lahko ovrednoti z enakim številom ECTS, kot znaša število kreditnih točk pri predmetu.

### 5. Pogoji za napredovanje po programu

#### 5.1 Obveznosti študentov in pogoji za napredovanje študentov iz letnika v letnik

Študent se lahko vpiše v višji letnik, če do izteka študijskega leta opravi vse z učnimi načrti predpisane obveznosti tekočega letnika in doseže 60 kreditnih točk po ECTS.

Študent se lahko izjemoma vpiše v višji letnik tudi, če ni opravil vseh obveznosti, ki so določene s študijskim programom za vpis v višji letnik, kadar ima za to upravičene razloge, ki jih določa 153. člen Statuta UL (materinstvo, daljša bolezen, izjemne družinske in socialne okoliščine, priznan status osebe s posebnimi potrebami, aktivno sodelovanje na vrhunsko strokovnih, kulturnih in športnih prireditvah, aktivno sodelovanje v organih univerze) ali razlogov iz naslova obveznosti iz vzporednega študija, prehoda iz ene univerze na drugo, jezikovne težave (tuji študent), dodatne obremenitve zaradi mednarodne izmenjave ali povečanega obsega dela pri dodatnem razvojno raziskovalnem delu. Študent mora za neopravljene obveznosti navesti tehtne razloge in pri zaprosilu podati program polaganja izpitov za preteklo obdobje. O izpolnjevanju upravičenih razlogov odloča posebna komisija, ki jo sestavljajo prodekan za pedagoško delo študijskega programa **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program**, mentor letnika, v katerega je študent vpisan, in mentor letnika, v katerega se študent želi vpisati.

Na UL FS imamo utečen sistem tutorstva in mentorstva. Načrtujemo, da bomo podoben sistem pomoči študentom nudili tudi v okviru novega dodiplomskega univerzitetnega programa **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program**, kar je usklajeno z 9. točko 7. člena Meril za akreditacijo. Študentje bodo imeli svoje mentorje letnika že od 1. letnika dalje, manjše skupine študentov pa tudi svoje tutorje iz vrst pedagogov; ti jim bodo pomagali pri izbiri smeri, izbirnih predmetov in podobno.

Študentu, ki pri študiju izkazuje nadpovprečne študijske rezultate, se omogoči hitrejše napredovanje. Sklep o tem sprejme senat UL FS na podlagi prošnje kandidata in mnenja komisije za univerzitetni študij UL FS. S sklepom se določi način hitrejšega napredovanja.

#### 5.2 Pogoji za ponavljanje letnika

Študent, ki ni opravil vseh obveznosti, ki so določene s študijskim programom za vpis v višji letnik, lahko letnik ponavlja, če je dosegel vsaj 30 kreditnih točk po ECTS. V času študija lahko letnik ponavlja le enkrat.

Študent lahko izjemoma ponavlja letnik tudi, če ne izpolnjuje obveznosti iz predhodnega odstavka, kadar ima za to upravičene razloge, ki jih določa 153. člen Statuta UL (materinstvo, daljša bolezen, izjemne družinske in socialne okoliščine, priznan status osebe s posebnimi potrebami, aktivno sodelovanje na vrhunsko strokovnih, kulturnih in športnih prireditvah, aktivno sodelovanje v organih univerze) ali razlogov iz naslova obveznosti iz vzporednega študija, prehoda iz ene univerze na drugo, jezikovne težave (tuji študent), dodatne obremenitve zaradi mednarodne

izmenjave ali povečanega obsega dela pri dodatnem razvojno raziskovalnem delu. Študent mora za neopravljene obveznosti navesti tehtne razloge in pri zaprosilu podati program polaganja izpitov za preteklo obdobje. O izpolnjevanju upravičenih razlogov odloča posebna komisija, ki jo sestavljajo prodekan za pedagoško delo študijskega programa **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program**, mentor letnika, v katerega je študent vpisan, in tutor študenta.

## 6. Pogoji za dokončanje študija

Študent konča študij, ko opravi vse s študijskim programom predpisane obveznosti v obsegu 180 kreditnih točk po ECTS.

## 7. Prehodi med študijskimi programi

### a) Splošno

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

Opravljen izpit v prvotnem študijskem programu se prizna kot opravljen študijski izpit v novem programu, če je usklajenost vsebin obeh predmetov vsaj 75%. Pri kreditnem vrednotenju posameznega letnika (60 kreditnih točk) se priznani izpit vrednoti s kreditnimi točkami v prvotnem študijskem programu, a ne z več kreditnimi točkami, kot je ovrednoten v novem študijskem programu I. stopnje **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program**.

Za prehod iz prejšnjega odstavka se ne šteje sprememba študijskega programa ali smeri zaradi neizpolnitve obveznosti v prejšnjem študijskem programu ali smeri.

V univerzitetnem študijskem programu I. stopnje **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program** so predvideni prehodi:

- iz univerzitetnih študijskih programov I. stopnje s področja sorodnih tehniških ved,
- iz univerzitetnih študijskih programov s področja strojništva in sorodnih tehniških ved, ki so bili sprejeti po letu 1995,
- iz visokošolskih študijskih programov iz področja strojništva, ki so bili sprejeti pred letom 1995.

Skladno s pravilnikom o preverjanju in ocenjevanju znanja na UL FS lahko komisija za univerzitetni študij na UL FS študentu predpiše dodatne obveznosti (diferencialne izpite) in rok, do katerega mora študent te obveznosti opraviti.

Komisija za univerzitetni študij na UL FS lahko v tem primeru študentu prizna del izpitov, ki jih je opravil na prvotnem študijskem programu in niso predvideni v novem študijskem programu **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program**, na račun izbirnosti zunaj UL FS. Če študent prehaja na univerzitetni študijski program **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program** iz prenovljenih VS programov strojništva na in izven UL lahko komisija za univerzitetni študijski program prizna študentu tudi določene izpite iz predhodnega programa na račun izbirnosti znotraj UL FS.

V 2. ali v 3. letnik prenovljenega univerzitetnega študijskega programa **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program** se lahko prepíše študent, če:

- izpolnjuje pogoje za vpis v ta študijski program,
- so na voljo prosta mesta in
- je v celoti opravil študijske obveznosti v nižjem letniku na prvotnem programu.

### b) Vpis v 2. letnik

V 2. letnik novega univerzitetnega študijskega programa strojništvo se lahko prepíše študent, če se vsebine 1. letnika novega univerzitetnega programa **STROJNIŠTVO – Razvojno**

**raziskovalni program** ne razlikujejo za več kot 30 kreditnih točk od vsebin 1. letnika prvotnega študijskega programa.

Komisija za univerzitetni študij lahko predpiše študentu dodatne obveznosti (diferencialne izpite) do 20 kreditnih točk, ki jih mora opraviti do vpisa v 3. letnik.

### c) Vpis v 3. letnik

V 3. letnik novega univerzitetnega študijskega programa **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program** se lahko vpiše študent, če se vsebine 1. in 2. letnika novega univerzitetnega študijskega programa **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program** ne razlikujejo za več kot 45 kreditnih točk od vsebin 1. in 2. letnika prvotnega študijskega programa.

Komisija za univerzitetni študij na UL FS lahko predpiše študentu dodatne obveznosti (diferencialne izpite) do 30 kreditnih točk, ki jih mora študent opraviti do zaključka novega študija.

## 8. Načini ocenjevanja

Pri posameznih predmetih se znanje študentov ocenjuje ob koncu učnega procesa s preverjanjem znanja oziroma pridobljenih veščin. Oblike preverjanja znanja so opredeljene v učnih načrtih predmetov. Splošna pravila preverjanja znanja ureja Pravilnik o preverjanju in ocenjevanju študentov na UL FS, ki ga potrjuje Senat UL FS. Podrobnosti so določene s študijskim redom.

Obliko izpitne ocene določa Pravilnik o preverjanju in ocenjevanju študentov na UL FS v skladu s strukturo predmeta, opredeljene s študijskim programom.

Pri ocenjevanju se skladno s Statutom Univerze v Ljubljani uporablja ocenjevalna lestvica z ocenami:

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

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

## 9. Predmetnik s kreditnim ovrednotenjem študijskih obveznosti

Predmetnik je sestavljen iz štirih stebrov predmetov, ki so poimenovani in zanje uporabljene krajšave, kot sledi:

- obvezni splošni predmeti (OSP)
- obvezni strokovni predmeti (OST)
- izbirni strokovni predmeti (IST)
- splošni izbirni predmeti (ISP)

**Obvezni splošni predmeti (OSP)** vključujejo temeljna znanja matematike, fizike, matematičnega ter numeričnega modeliranja. Delež OSP v študijskem programu je 23,8%.

**Obvezni strokovni predmeti (OST)** študentom zagotavljajo temeljna znanja s področja strojništva. Delež OST v študijskem programu je 51,6%.

**Izbirni strokovni predmeti (IST)** študentom omogočajo pridobiti poglobljena znanja z bolj specializiranih področij študijskega programa in se usmeriti na področja, za katera posamezen študent izkazuje večji interes. Z načinom izbire med temi se študent lahko zrazito specializira ali ostaja v profilu široko strojniško razgledan. Delež IST v študijskem programu je 17,7%.

**Splošni izbirni predmeti (ISP)** vključujejo vsebine drugih študijskih programov, ki jih študent izbira prosto po lastni izbiri, na katerem koli programu, kateri koli fakulteti oz. univerzi. Delež ISP v študijskem programu je 6,6%. V smislu usmerjanja strokovnega profila optimalne kakovosti diplomanta univerzitetnega študija prve stopnje UL FS v okviru tega sklopa predlaga, vendar ne pogojuje, izbrane vsebine, zajete v naborih 1-S, 2-S in 3-S. Te vsebine, ki se praviloma pojavljajo kot specialna bodisi kot tehniška (gradbeništvo, biotehnika, informatika, ...) ali netehniška (pedagogika, jeziki, management, oblikovanje, ...) znanja, razširjajo obzorja strojniških znanj in dopolnjujejo kompetence diplomanta. Z opsijsko izbiro strokovnega usposabljanja študent lahko neposredno preveri v študiju pridobljene kompetence v realnem industrijskem ali raziskovalnem okolju.

## 9.1 Vrsta in delež učnih enot glede na njihovo vključenost v strukturo programa

Prvostopenjski univerzitetni študijski program **STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program** je triletni program, katerega študijske obveznosti obsegajo skupaj 180 kreditnih točk po ECTS, v vsakem od treh letnikov 60 in v vsakem od semestrov 30 kreditnih točk. Od skupnega števila kreditnih točk je 136 kreditnih točk (75,5%) v obveznem delu programa (OSP: 43 ECTS oz. 23,8%; OST: 93 ECTS oz. 51,6%) in 44 kreditnih točk (24,4%) v izbirnem delu programa (IST: 32 ECTS oz. 17,7%; ISP: 12 ECTS oz. 6,6%). Program ne vključuje diplomskega dela. Študentje pridobijo del specifičnih izkušenj v laboratorijskih enotah v okviru rednih pedagoških obveznosti.

Študijski program sicer ne vsebuje obveznega praktičnega usposabljanja, pač pa lahko študent opsijsko izbere strokovno usposabljanje v iznosu 5 kreditnih točk po ECTS, kar ustreza tritedenskem vodenemu praktičnemu delu v industrijskem ali raziskovalnem okolju z realiziranim projektnim delom.

Predmetnik vsebuje skladno s smernicami bolonjske prenove vse tiste elemente, ki študentu zagotovijo ustrezno temeljno znanje ter širino, v nadaljevanju pa z izrazito izbirnostjo omogočajo profiliranje teh znanj v skladu z voljo in zanimanjem posamičnega študenta. Prvostopenjski program ne vsebuje smeri niti modulov, vendar ima študent navkljub temu možnost, da se profilira ozko glede na stroko, če le to želi. V okviru predvidenih 12 ECTS za splošno izbirne predmete študent prosto izbira med študijskimi programi katere koli fakultete oz. univerze. Svetovanje pri izbiri splošno izbirnih predmetov nudi študentu tutor.

## 9.2 Predmetnik študijskega programa

1. LETNIK	Predmetni steber	Kontaktne ure				ΣSD	ΣŠO*	ECTS*
		P	S	V	ΣKU			
<b>1. semester</b>								
Matematika 1	OSP	45	45	90	135	225	9	
Statika in kinematika	OST	45	30	75	75	150	6	
Opisna geom. in tehn. dokumentacija	OST	45	45	90	85	175	7	
Energije in okolje	OST	45	15	60	40	100	4	
Izbirni predmet 01 <sup>1</sup>	ISP					100	4	
<b>Skupaj 1. semester</b>		<b>180</b> <sup>1+</sup>	<b>135</b> <sup>1+</sup>	<b>315</b> <sup>1+</sup>	<b>335</b> <sup>1+</sup>	<b>750</b>	<b>30</b>	
<b>2. semester</b>								
Matematika 2	OSP	45	45	90	110	200	8	
Fizika	OSP	60	45	105	95	200	8	
Trdnost	OST	45	30	75	75	150	6	
Gradiva 1	OST	30	15	45	30	75	3	
Modeliranje prostora	OST	30	30	60	65	125	5	
<b>Skupaj 2. semester</b>		<b>210</b>	<b>165</b>	<b>375</b>	<b>375</b>	<b>750</b>	<b>30</b>	
<b>Skupaj 1. in 2. semester</b>		<b>390</b> <sup>1+</sup>	<b>300</b> <sup>1+</sup>	<b>690</b> <sup>1+</sup>	<b>710</b> <sup>1+</sup>	<b>1500</b>	<b>60</b>	

<sup>1</sup> Izbirni predmet 01 v iznosu 4 ECTS izbere študent v okviru predmetnega stebra **Splošni izbirni predmeti** po lastni izbiri, na katerem koli programu, kateri koli fakulteti oz. univerzi.

<sup>1+</sup> Seštevek ur brez ur predmeta iz predmetnega stebra **Splošni izbirni predmeti**.

2. LETNIK	Predmetni steber	Kontaktne ure				ΣSD	ΣŠO*	ECTS*
		P	S	V	ΣKU			
<b>3. semester</b>								
Matematika 3	OSP	45	30	75	75	150	6	
Termodinamika	OST	60	30	90	110	200	8	
Gradiva 2	OST	45	30	75	50	125	5	
Strojni elementi 1	OST	45	30	75	75	150	6	
Numerične metode	OSP	30	30	60	65	125	5	
<b>Skupaj 3. semester</b>		<b>225</b>	<b>150</b>	<b>375</b>	<b>375</b>	<b>750</b>	<b>30</b>	
<b>4. semester</b>								
Mehanika fluidov	OST	60	30	90	85	175	7	
Prenos toplote	OST	45	30	75	75	150	6	
Strojni elementi 2	OST	45	30	75	75	150	6	
Izdelovalne tehnologije 1	OST	45	15	60	65	125	5	
Projektno vodenje	OST	30	15	45	30	75	3	
Izbirni predmet 02 <sup>2</sup>	ISP					75	3	
<b>Skupaj 4. semester</b>		<b>225</b> <sup>2+</sup>	<b>120</b> <sup>2+</sup>	<b>345</b> <sup>2+</sup>	<b>330</b> <sup>2+</sup>	<b>750</b>	<b>30</b>	
<b>Skupaj 3. in 4. semester</b>		<b>450</b> <sup>2+</sup>	<b>270</b> <sup>2+</sup>	<b>720</b> <sup>2+</sup>	<b>705</b> <sup>2+</sup>	<b>1500</b>	<b>60</b>	

<sup>2</sup> Izbirni predmet 02 v iznosu 3 ECTS izbere študent v okviru predmetnega stebra **Splošni izbirni predmeti** po lastni izbiri, na katerem koli programu, kateri koli fakulteti oz. univerzi.

<sup>2+</sup> Seštevek ur brez ur predmeta iz predmetnega stebra **Splošni izbirni predmeti**.

P - predavanja  
S - seminar  
V - laboratorijske vaje

KU - kontaktne ure  
SD - ure samostojnega študentovega dela  
ŠO - skupne študijske obveznosti

\* obremenitev študenta je 60 ECTS/leto, kar ustreza 1500 ur/leto (ΣŠO);  
ure vključujejo kontaktne ure (ΣKU) in samostojno študentovo delo (ΣSD).

V okviru samostojnega študentovega dela je vključena tudi obvezna študentova dejavnost v obsegu 60 ur/leto pri športnem programu, ki ga organizira fakulteta v prvem in drugem letniku.

3. LETNIK	Predmetni steber	Kontaktne ure				ΣSD	ΣŠO*	ECTS*
		P	S	V	ΣKU			
<b>5. semester</b>								
Metode numeričnega modeliranja	OSP	45		30	75	100	175	7
Merilna tehnika	OST	45		30	75	75	150	6
Izbirni predmet 1 <sup>4</sup>	IST	45		30	75	100	175	7
Izbirni predmet 2 <sup>4</sup>	IST	30		30	60	65	125	5
Izbirni predmet 3 <sup>4</sup>	IST	30		30	60	65	125	5
<b>Skupaj 5. semester</b>		<b>195</b>		<b>150</b>	<b>345</b>	<b>405</b>	<b>750</b>	<b>30</b>
<b>6. semester</b>								
Metodika konstruiranja	OST	30		30	60	65	125	5
Tribologija	OST	30		30	60	65	125	5
Izbirni predmet 4 <sup>4</sup>	IST	30		30	60	65	125	5
Izbirni predmet 5 <sup>4</sup>	IST	30		30	60	65	125	5
Izbirni predmet 6 <sup>4</sup>	IST	30		30	60	65	125	5
Izbirni predmet 03 <sup>3</sup>	ISP						125	5
<b>Skupaj 6. semester</b>		<b>150<sup>3+</sup></b>		<b>150<sup>3+</sup></b>	<b>300<sup>3+</sup></b>	<b>325<sup>3+</sup></b>	<b>750</b>	<b>30</b>
<b>Skupaj 5. in 6. semester</b>		<b>345<sup>3+</sup></b>		<b>300<sup>3+</sup></b>	<b>645<sup>3+</sup></b>	<b>730<sup>3+</sup></b>	<b>1500</b>	<b>60</b>

<sup>3</sup> Izbirni predmet 03 v iznosu 5 ECTS izbere študent v okviru predmetnega stebra **Splošni izbirni predmeti** po lastni izbiri, na katerem koli programu, kateri koli fakulteti oz. univerzi.

<sup>3+</sup> Seštevek ur brez ur predmeta iz predmetnega stebra **Splošni izbirni predmeti**.

<sup>4</sup> Študent izbere predmete 1-6 iz predmetnega stebra **Izbirni strokovni predmeti** v iznosu 32 ECTS na naslednji način:

Izbirni predmet 1 iz nabora 3-A

izbirna predmeta 2 in 3 iz nabora 3-B

Izbirni predmet 4 iz nabora 3-C

izbirna predmeta 5 in 6 iz nabora 3-D

P - predavanja

KU - kontaktne ure

S - seminar

SD - ure samostojnega študentovega dela

V - laboratorijske vaje

ŠO - skupne študijske obveznosti

\* obremenitev študenta je 60 ECTS/leto, kar ustreza 1500 ur/leto (ΣŠO); ure vključujejo kontaktne ure (ΣKU) in samostojno študentovo delo (ΣSD).

Izbirni strokovni predmeti		Kontaktne ure				ΣSD	ΣŠO*	ECTS*	
		Nabor	P	S	V				ΣKU
24	Dinamika togih teles	3-A	45		30	75	100	175	7
25	Dinamika fluidov	3-A	45		30	75	100	175	7
26	Snovanje in razvoj izdelka	3-B	30		30	60	65	125	5
27	Energetski stroji in naprave	3-B	30		30	60	65	125	5
28	Izdelovalne tehnologije 2	3-B	30		30	60	65	125	5
29	Nauk o polimerih	3-B	30		30	60	65	125	5
30	Osnove mehatronike	3-C	30		30	60	65	125	5
31	Tehnična akustika	3-C	30		30	60	65	125	5
32	Notranje okolje	3-D	30		30	60	65	125	5
33	Hidravlika in pnevmatika	3-D	30		30	60	65	125	5
34	Proizvodno inženirstvo	3-D	30		30	60	65	125	5
35	Laserski sistemi	3-D	30		30	60	65	125	5

Izbirni splošni predmeti, ki jih ponuja UL FS		Kontaktne ure				ΣSD	ΣŠO*	ECTS*	
		Nabor	P	S	V				ΣKU
36	Elektrotehnika	1-S	30		15	45	55	100	4
37	Kemija	1-S	30		15	45	55	100	4



38	Osnove kakovosti	2-S	30	0	30	45	75	3
39	Ekonomika podjetja	2-S	30	0	30	45	75	3
40	Praktično usposabljanje	3-S	0	0	0	125	125	5

---

## 9.3 Število in poimenska navedba učnih enot

Preglednica 1: Seznam predmetov z navedbo nosilca/izvajalca v študijskem programu

Zap. št.	Predmet	Nosilec/izvajalec	Naziv	Vrsta predmeta	ECTS
01	Matematika 1	Janez Žerovnik	prof.	OSP	9
02	Statika in kinematika	Igor Emri	prof.	OST	6
03	Opisna geometrija in tehnična dokumentacija	Samo Zupan Ivan Prebil	doc. prof.	OST	7
04	Energije in okolje	Mihael Sekavčnik Sašo Medved Iztok Golobič	izr.prof. prof. prof.	OST	4
05	Matematika 2	Janez Žerovnik	prof.	OSP	8
06	Fizika	Janez Možina	prof.	OSP	8
07	Trdnost	Franc Kosel	prof.	OST	6
08	Građiva 1	Janez Grum	prof.	OST	3
09	Modeliranje prostora	Jožef Duhovnik	prof.	OST	5
10	Matematika 3	Mihael Perman Alekselj Turnšek	izr.prof. izr.prof.	OSP	6
11	Termodinamika	Iztok Žun	prof.	OST	8
12	Građiva 2	Janez Grum	prof.	OST	5
13	Strojni elementi 1	Matija Fajdiga Marko Nagode	prof. prof.	OST	6
14	Numerične metode	Jože Petrišič	izr.prof.	OSP	5
15	Mehanika fluidov	Franc Kosel	prof.	OST	7
16	Prenos toplote	Iztok Golobič	prof.	OST	6
17	Strojni elementi 2	Matija Fajdiga Marko Nagode	prof. prof.	OST	6
18	Izdelovalne tehnologije 1	Karl Kuzman Janez Kopač	prof. prof.	OST	5
19	Projektno vodenje	Marko Starbek Janez Kušar	prof. izr.prof.	OST	3
20	Metode numeričnega modeliranja	Boris Štok	prof.	OSP	7
21	Merilna tehnika	Ivan Bajsič	izr.prof.	OST	6
22	Metodika konstruiranja	Jožef Duhovnik Roman Žavbi	prof. izr.prof.	OST	5
23	Tribologija	Mitjan Kalin	prof.	OST	5
24	Dinamika togih teles	Miha Boltežar	prof.	IST	7
25	Dinamika fluidov	Iztok Žun	prof.	IST	7
26	Snovanje in razvoj izdelka	Jožef Duhovnik Roman Žavbi	prof. izr.prof.	IST	5
27	Energetski stroji in naprave	Mihael Sekavčnik Janez Oman Ferdinand Trenc	izr.prof. izr.prof. prof.	IST	5
28	Izdelovalne tehnologije 2	Mihael Junkar Janez Tušek	prof. prof.	IST	5
29	Nauk o polimerih	Igor Emri	prof.	IST	5
30	Osnove mehatronike	Peter Butala Janez Diaci	izr.prof. prof.	IST	5
31	Tehnična akustika	Mirko Čudina	prof.	IST	5
32	Notranje okolje	Vincenc Butala	prof.	IST	5
33	Hidravlika in pnevmatika	Niko Herakovič Jožef Pezdirnik	izr.prof. doc.	IST	5
34	Proizvodno inženirstvo	Niko Herakovič Marko Starbek	izr.prof. prof.	IST	5
35	Laserski sistemi	Janez Diaci	prof.	IST	5
36	Elektrotehnika	Marjan Jenko	doc.	ISP	4
37	Kemija	Saša Petriček	doc.	ISP	4
38	Osnove kakovosti	Alojz Sluga Mirko Sokovič	prof. prof.	ISP	3
39	Ekonomika podjetja	Tomaž Čater Damir Cibic	doc. viš.pred.	ISP	3
40	Praktično usposabljanje	Janez Kušar Roman Šturm Jožef Pezdirnik Samo Zupan Andrej Senegačnik Matjaž Prek Jernej Klemenc	izr.prof. izr.prof. doc. doc. izr.prof. doc. doc.	ISP	5

## Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

STROJNIŠTVO – Razvojno raziskovalni program,  
univerzitetni študijski program I. stopnje

## 1. letnik

Št. predmeta	Predmet	Nosilec/izvajalec predmeta	Zavod zaposlitve
01	Matematika 1	Janez Žerovnik	UL FS UL FS
02	Statika in kinematika	Igor Emri	UL FS
03	Opisna geometrija in tehnična dokumentacija	Samo Zupan Ivan Prebil	UL FS UL FS
04	Energije in okolje	Mihael Sekavčnik Sašo Medved Iztok Golobič	UL FS UL FS UL FS
05	Matematika 2	Janez Žerovnik	UL FS UL FS
06	Fizika	Janez Možina	UL FS
07	Trdnost	Franc Kosel	UL FS
08	Gradiva 1	Janez Grum	UL FS
09	Modeliranje prostora	Jožef Duhovnik	UL FS
xxx	Izbirni splošni predmet		

## 2. letnik

Št. predmeta	Predmet	Nosilec/izvajalec predmeta	Zavod zaposlitve
10	Matematika 3	Mihael Perman Alekselj Turnšek	UL FS UL FS
11	Termodinamika	Iztok Žun	UL FS
12	Gradiva 2	Janez Grum	UL FS
13	Strojni elementi 1	Matija Fajdiga Marko Nagode	UL FS
14	Numerične metode	Jože Petrišič	UL FS
15	Mehanika fluidov	Franc Kosel	UL FS
16	Prenos toplote	Iztok Golobič	UL FS
17	Strojni elementi 2	Matija Fajdiga Marko Nagode	UL FS
18	Izdelovalne tehnologije 1	Karl Kuzman Janez Kopač	UL FS UL FS
19	Projektno vodenje	Marko Starbek Janez Kušar	UL FS
xxx	Izbirni splošni predmet		

**3. letnik**

Letnik	Predmet	Nosilec/izvajalec predmeta	Zavod zaposlitve
20	Metode numeričnega modeliranja	Boris Štok	UL FS
21	Merilna tehnika	Ivan Bajsić	UL FS
22	Metodika konstruiranja	Jožef Duhovnik Roman Žavbi	UL FS
23	Tribologija	Mitjan Kalin	UL FS UL FS
24	Dinamika togih teles	Miha Boltežar	UL FS
25	Dinamika fluidov	Iztok Žun	UL FS
26	Snovanje in razvoj izdelka	Jožef Duhovnik Roman Žavbi	UL FS
27	Energetski stroji in naprave	Mihael Sekavčnik Janez Oman Ferdinand Trenc	UL FS UL FS UL FS
28	Izdelovalne tehnologije 2	Mihael Junkar Janez Tušek	UL FS UL FS
29	Nauk o polimerih	Igor Emri	UL FS
30	Osnove mehatronike	Peter Butala Janez Diaci	UL FS UL FS
31	Tehnična akustika	Mirko Čudina	UL FS
32	Notranje okolje	Vincenc Butala	UL FS
33	Hidravlika in pnevmatika	Niko Herakovič Jožef Pezdernik	UL FS UL FS
34	Proizvodno inženirstvo	Niko Herakovič Marko Starbek	UL FS UL FS
35	Laserski sistemi	Janez Diaci	UL FS
xxx	Izbirni splošni predmet		

**10. Podatki o možnostih izbirnih predmetov in mobilnosti**

V programu je izbirnost prisotna v vseh treh letnikih. Medtem ko sta v 1. in 2. letniku izbirna le po en predmet v iznosu 4 in 3 ECTS, je izbirnost, ki temelji izključno na strokovni različnosti, v program vpeljana v 3. letnik. Dejansko se tudi konceptualno novi program ključno razlikuje od starega prav v tem delu. Izbirnost, ki je bila v starem programu ostro začrtana glede na izbrano strokovno usmeritev, npr. energetika, konstruiranje ali proizvodno inženirstvo, je vodila do relativno ozke specializacije. Z novim konceptom, ki uvaja štiri izbirne skupine strokovnih predmetov z dvema ali štirimi predmeti v naboru, je dejansko študentu omogočeno, da se po lastni izbiri profilira bodisi v smeri splošnega strojništva ali pa izrazite specializacije. Tako so v 3. letniku le 4 predmeti obvezni. Število kreditnih točk, namenjeno izbirnosti v 3. letniku, je kar 32 ECTS iz naslova izbire stroke, dodatnih 5 ECTS pa je namenjeno še zunanji izbirnosti. Glede na izbirne predmete v 1. in 2. letniku, ki sta prav tako zunanje izbirna, je število kreditov, namenjenih zunanji izbirnosti, 12 ECTS oziroma 6,7% programa. Delež strokovne izbirnosti pa je 32 ECTS, kar ustreza 17,8% programskih vsebin. Število strokovnih predmetov, ki so izbirni, je 12.

Študijski program sicer ne vsebuje obveznega praktičnega usposabljanja, pač pa lahko študent opcijsko izbere strokovno usposabljanje v iznosu 5 kreditnih točk po ECTS, kar ustreza tritedenskem vodenemu praktičnemu delu v industrijskem ali raziskovalnem okolju z

realiziranim projektnim delom. Na ta način je študentu dana možnost, da pridobi kakovostnejše zaposlitvene kvalifikacije.

Mobilnost študentov je omogočena v duhu bolonjske prenove s priznavanjem kreditnih točk, ki jih študent pridobi preko dogovorjenega sodelovanja na drugi univerzi ali ob prehodu iz druge institucije ali programa. Delež priznanih ali zahtevanih točk je ustrezno reguliran.

## 11. Predstavitev posameznih predmetov

**01\_Matematika 1** (9 ECTS): Osnovni pojmi teorije množic in števil, realna in kompleksna števila. Osnovni pojmi teorije vektorjev v prostoru z definicijo osnovnih operacij - skalarni, vektorski, mešani, dvojni vektorski produkt ter z definicijo enačbe premice in ravnine v prostoru.: Osnovni pojmi zaporedja - stekališče in limita, računanje z zaporedji, definicija števila  $e$ . Osnovni pojmi teorije realnih funkcij ene spremenljivke - elementarne funkcije, limita, zveznost, nedoločeni izrazi. Odvod: definicija odvoda, pravila odvajanja, odvodi elementarnih funkcij, diferencial, l'Hôpitalovo pravilo, Taylorjeva formula, krivulje v ravnini. Analiza funkcij – ukrivljenost, lokalni ekstrem funkcije, konstrukcija grafa.

**02\_Statika in kinematika** (6 ECTS): Statika in kinematika sodita v »železni repertuar« tehniške izobrazbe. Pridobljeno znanje predstavlja osnovno teoretično orodje za vse veje tehnike. Študent pridobi osnovna znanja mehanike. V poglavju Statike se seznanijo z osnovnimi koncepti mehanike in metodologijo abstrakcije realnih problemov, ki vodi do izbire fizikalnega modela in njegove matematične formulacije. Pridobi osnovna znanja o interakciji trdnih teles, konceptu sil in zunanjem in notranjem ravnotežju trdnih (togih) teles. Podrobneje se seznanijo z metodologijo reševanja ravnotežnih problemov standardnih konstrukcijskih elementov in določevanja notranjih sil in momentov. Osvoji koncept tro-razsežnega prostora in osvoji metodologijo matematičnega popisovanja prostora z vektorskim računom. V poglavju Kinematika pridobi nato še splošna znanja o popisovanju gibanja teles v ravnini in prostoru. Pridobljena znanja so osnova za vse veje tehnike. Med študijem slušatelj osvoji tudi miselni proces, ki je potreben za abstrakcijo realnega problema, formuliranje fizikalnega modela ter pripadajočega matematičnega modela. Pridobi tudi prve izkušnje projektnega dela in priprave poročila.

**03\_Opisna geometrija in tehnična dokumentacija** (7 ECTS): Predmet je sestavljen iz dveh delov – osnov opisne geometrije (~ 1/3) in osnov tehničnega risanja (~2/3) v skladu z ISO standardi – in kot tak predstavlja temelj za tehnično sporazumevanje na področju strojništva. Pri opisni geometriji študenti spoznajo osnovna pravila projiciranja prostorskih objektov na ravnine in se naučijo osnovnih metod reševanja značilnih problemov, ki nastanejo pri tem: določevanje prave oblike in velikosti s pomočjo vrtenja in kolineacijske / afinitetne podobnosti, določevanje presekov ravnin in preprostih krivih ploskev, mreže površin teles, določevanje prebodišč premic oz. krivulj skozi ploskve in reševanje preprostih predornin. Ob tem se seznanijo tudi z osnovami opisne geometrije, ki so potrebne za uporabo sodobnih 3D modelirnikov (CAD). Pri tehničnem risanju študenti spoznajo osnovna pravila ISO standardov in dogovore v stroki, ki so potrebni za interpretacijo in izdelavo različnih vrst tehničnih risb. Posebni poudarki so namenjeni pravilom prikazovanja objektov na tehničnih risbah, dogovorjenim poenostavitvam, pravilom kotiranja in uporabe simboličnih oznak, dimenzijskih toleranc in ujemov (ISO), geometrijskim tolerancam (GDT) in osnovam analize toleranc, označevanju hrapavosti in stanja površin in robov, posebnostim pri risanju varjencev ter lotanih, lepljenih delov in ulitkov. Seznanijo se tudi z dogovori in poenostavitvami pri risanju najpogostejših strojnih elementov ter risanju shematskih risb in s splošnimi pravili in principi, ki so pomembni za uspešno uporabo računalniških programov za izdelovanje risb (CAD) in upravljanje s tehničnimi risbami.

**04\_Energije in okolje** (4 ECTS): Vsebina predmeta je namenjena vsem študentom strojništva. Daje osnovno informacijo o tem, da energije in materiali niso samo po sebi dane dobrine. Z njimi moramo ravnati zavestno varčno, ker so zaloge energij in materialov v naravi končne in bodo v prihodnosti vse dražje, vplivi na okolje zaradi rabe energij in snovi za proizvode pa vse bolj

intenzivni. Stroški za energije in materiale bodo obsegali vse večji delež v končni ceni izdelkov, tudi zaradi stroškov zmanjševanja škodljivih izpustov in odprave škod v okolju.

Študenti osvojijo znanje o pripravi energij, o globalni in lokalni oskrbi z energijami, sistemih za oskrbo in kako uporaba energij in materialov vpliva na okolje. Znajo določiti količino in vrednost energij, ki so vložene v izdelke. Dobijo osnovne informacije o postopkih za zniževanje rabe energij, kako znižujemo energijsko intenzivnost procesov in proizvodov ter razlogih za vplive na okolje zaradi izdelave in razgradnje izdelkov. Spoznajo procesne sisteme in okolje ter dolgoročno načrtovanje sistemov in metode dobre prakse. V nadaljnjem študiju morajo študent strojništva znati uporabljati opisana dejstva in biti sposobni samostojno presojati o energetski intenzivnosti, okoljski škodljivosti procesov s katerimi se bodo spoznavali v študiju in pozneje v praksi. Vsako načrtovanje novih izdelkov v bodočnosti bo pogojeno s takimi presojami tem bolj v času zaostrovanja razmer na trgu energije in okoljevarstvenih mednarodnih dogovorov in obvez.

**05\_Matematika 2** (8 ECTS): Definicija nedoločenega in določenega integrala, metode integracije - integrali elementarnih funkcij, vpeljava nove spremenljivke, integracija po delih, posplošeni integral. Uporaba infinitezimalnega računa – ploščina lika, dolžina loka, prostornina in površina teles, masno središče, ekstremalni problem.

Osnovni pojmi iz teorije diferencialnih enačb realne funkcije ene spremenljivke – enačba z ločljivima spremenljivkama, homogena, linearna diferencialna enačba 1. reda, Bernoullijeva, Lagrangeova, Clairtova, linearna diferencialna enačba 2. reda.

Linearna algebra: sistemi linearnih enačb, Gaussov postopek eliminacije, determinante, Cramerjevo pravilo, matrike, rang matrike, lastne vrednosti in lastni vektorji.

**06\_Fizika** (8 ECTS): Znanje osnovnih naravnih pojavov je neizogibno za uspešen študij strojništva in za kasnejše delo inženirjev oz. magistrorov strojništva v raziskovalnem delu in razvoju in delo v industriji nasploh. Pri predmetu Fizika se študenti privajajo tudi uporabi matematičnih prijemov pri obravnavi fizikalnih vsebin, kar je osnova za kasnejšo obravnavo zahtevnejših inženirskih problemov, s katerimi se srečujejo v nadaljevanju študija.

Cilj predmeta je dati študentom trdne teoretične in praktične fizikalne podlage in jih tako pripraviti za nadaljnji študij sodobnega strojništva. Pomemben poudarek pri predmetu je dan sprotne delu ter uvajanju v skupinsko delo pri seminarjih in laboratorijskih vajah. Predmet zajema teme s celotne fizike.

**07\_Trdnost** (6 ECTS): Osnovni namen nauka o trdnosti je računanje porazdelitve notranjih sil v enoosnih konstrukcijskih elementih in konstrukcijah. Vsebina predmeta predstavlja nadaljevanje statike, kjer je študent spoznal metode za določanje notranjih sil in momentov v poljubni točki, vendar samo sumarno, zaradi tega statiko oblika prereza enoosnih konstrukcijskih elementov ni zanimala. V trdnosti pa želimo dobiti odgovor na vprašanje, kako se notranje veličine stanja porazdelijo po prerezu, kar pa pomeni, da je za trdnost oblika in velikost prereza bistvenega pomena. S sredstvi trdnosti, ki opošteva deformabilnost telesa, je omogočeno določanje zunanjih reakcij statično nedoločenim enoosnim konstrukcijskim elementom. Na osnovi poznavanja razporeditve notranjih veličin stanja, trdnost omogoča izbiro dimenzije konstrukcijskih elementov glede na zunanje obremenitve. Zaradi tega je glavna naloga trdnosti dimenzioniranje enoosnih konstrukcijskih elementov in konstrukcij. To znanje pa je osnova za vse nadaljnje predmete, ki morajo pri konstrukcijskih elementih upoštevati obliko in dimenzijo, tako da se ne pojavi zlom, oziroma, da se ne pojavijo nezaželjene deformacije.

**08\_Gradiva 1** (3 ECTS): Predmet daje študentu osnovno znanje o razumevanju lastnosti materialov iz vidika kristalne zgradbe in mikrostrukture. Zato se izhaja iz zgradbe trdnih snovi, nato preide na nauk o kovinah preko ohlajevalnih krivulj in osnovnih diagramov stanja. Pri analizah materialov izhajamo iz mikrostrukturne analize vzorcev, kjer se študenti seznanijo z mikroskopi in s preparativno tehniko za optično mikroskopijo. Nadalje se navežemo še na mehanske lastnosti materialov od različnih načinov določevanja trdnosti (nateg, tlak...), različni postopki določevanja trdote ter statična in dinamična trdnost materiala. Pri tem se kandidati seznanijo z lastnostmi materialov iz zbranih tabelaričnih podatkov v priročnikih.

V prvem delu predmeta se seznanijo še s postopki litja in z lastnostmi ulitih delov ter z različnimi postopki preoblikovanja do polizdelka kot so valjanje, vlečenje in izstiskavanje. Pri tem pa se spoznajo z litimi in gnetenimi zlitinami ter z njihovimi mehanskimi in uporabnimi lastnostmi.

**09\_Modeliranje prostora** (5 ECTS): Modeliranje prostora predstavlja osnovo za virtualno modeliranje izdelka. Pri tem je potrebno razumeti razliko med matematičnim popisom geometrijskih in sestavo uporabniških primitivov v kompleksne objekte, ki jih danes predstavljajo običajni izdelki. Študent se najprej spozna z tehnologijo predstavitve, možnostmi za vnos podatkov kot tudi za predstavitev podatkov v realnem okolju. Zaradi tega je potrebno pri vajah demonstrirati ostreza okolja in tako študentu prikazati resničnost uporabe. V nadaljevanju se mora spoznati z opredelitvijo prostora s koordinatnimi sistemi v globalnem kot lokalnem svetu. Predstavljene so osnove Bernsteinovega polinoma, B-krivulje, različne interpolacije v prostoru. Predstavljene so B-krivulje na prostih površinah in metode za preoblikovanje prostih površin: sestavljanje, rezanje, lokalna modaliteta, ukrivljanje ipd. Izpeljani so modeli NURB-sovih krivulj in neposredna uporaba. V sklepu so naznačeni problemi pri sestavljanju različnih prostih površin in omejitve na stičnih robovih.

**10\_Matematika 3** (6 ECTS): Teorija funkcij več spremenljivk - parcialni odvodi, odvajanje sestavljenih funkcij, višji parcialni odvodi, ekstremi, vezani ekstremi, implicitne funkcije. Vektorska analiza - integrali funkcij več spremenljivk, Fubinijev izrek, uvedba nove spremenljivke, vektorska polja, krivuljni integral vektorskega polja, ploskovni integral vektorskega polja, Gaussov izrek, Stokesov izrek, uporabe vektorske analize. Verjetnost in statistika - Dogodki, slučajne spremenljivke, porazdelitve, pričakovana vrednost, opisne statistike, vzorčenje, bivariantna regresija.

**11\_Termodinamika** (8 ECTS): Študent se seznanja z lastnostmi snovi s posebnim poudarkom na temperaturi ter s prvimi principi termodinamike, ki so zapisani z ničtim, prvim in drugim glavnim zakonom termodinamike. Poseben poudarek je namenjen nepovračljivosti procesov, s ciljem, da študent osvoji sposobnost kritične ocene energijskih in eksergijskih izgub procesov z vidika trajnostnega razvoja.

Kompleksni sistemi, razgradnja, termodinamski  $\{P,Q\}$  sistem. Krajevna skala: element, stanje; Časovna skala: proces. Strukturna slika, princip povratne zanke; ožji sistem, širši sistem, ožja okolica, širša okolica. Lastnosti čistih snovi. Agregatna stanja: trdnina, kapljevina, plin (para). Trdnine: temperaturno raztezanje, toplotna napetost. Kapljevine: temperaturno raztezanje, anomalija vode. Plini: PVT sistem, termična enačba stanja; realni plini, fazne spremembe.

Prvi zakon termodinamike. Nakopičene energije, prehodne energije. Delo, tehnično delo, toplota. Kalorična enačba stanja, toplotna kapaciteta. Preobrazbe idealnih plinov. Drugi zakon termodinamike. Nepovračljivost. Entropija. Termodinamska razmerja; Helmholtzova funkcija, Gibbsova funkcija, Maxwellova termodinamska razmerja. Clapeyronova enačba, Joule-Thompsonov koeficient. Eksergija in anergija. Termodinamske bilance. Sklopljeni procesi. Strukturna analiza, ničti zakon, prvi glavni zakon, drugi glavni zakon: Delovni cikel in povratna zanka. Parni stroj in Rankinov cikel. Izboljšave parnega procesa. Plinski procesi. Motorji z notranjim zgorevanjem. Hladilni in grelni procesi; Lastnosti hladilnih snovi. Parni hladilni procesi. Toplotna črpalka. Obdelovalni procesi. Transportni procesi.

**12\_Gradiva 2** (5 ECTS): Predmet daje študentom osnovno znanje o železnih in neželeznih zlitinah ter o spreminjanju lastnosti po različnih načinih toplotne ali termokemične obdelave materialov. Nato preide na tehnologijo prašne metalurgije, kjer se študenti seznanijo z pridobivanjem prahu ter s prešanjem in sintranjem. Poseben poudarek je na popisu difuzijskih procesov in drugih modificiranih postopkov izdelave posebnih sintranih delov. Med nekovinskimi gradivi so predstavljeni polimerni materiali s tipičnimi polimernimi reakcijami podprto z različnimi preizkusi določevanja posameznih lastnosti polimerov. Sledi prikaz osnovnih postopkov oblikovanja polizdelkov in izdelkov iz polimernih materialov.

Tehnična keramika vključuje pregled vrste surovin, pripravo surovin, oblikovanje ter prešanje in sintranje delov. Pregled različnih postopkov oblikovanja, sušenja in sintranja sintranih delov. Poseben poudarek je na inženirski keramiki z vidika lastnosti in uporabe. Sledijo kompozitni

materiali na kovinski, polimerni in keramični osnovi, s poudarkom na njihovi izdelavi in uporabi ter testiranju kompozitov.

Zadnje poglavje predstavlja Korozijo in zaščito kovin pred korozijo. Predstavljene bodo različne pojavne oblike korozije, hitrosti kemičnih reakcij in načini preizkušanja korozije. Podani bodo tudi različni načini zaščite kovin in kovinskih konstrukcij pred korozijo od mehanskih do kemičnih in galvanskih postopkov zaščite.

**13\_Strojni elementi 1** (6 ECTS): Razvojni in izdelovalni tehniški sistem, tehniški sistem obratovanja in vzdrževanja ter regeneracije in reciklaže. Nastajanje in ovrednotenje rešitve, osnove konstruiranja. Kriteriji za vrednotenje: funkcionalnost, dimenzijska primernost, varnost, zanesljivost, RMS vrednosti. Poškodba, napovedovanje in ugotavljanje nosilnosti in zdržljivosti, postopek ugotavljanja dimenzijske primernosti pri determiniranih in naključnih obremenitvah. Nerazstavljive zveze: varjene, lotane, lepljene ter kovični spoji. Razstavljive zveze: spenjalni, prilagodni in gibalni vijak, zatiči, sorniki, gredne vezi. Osi in gredi. Tlačne posode, cevovodi in zaporni elementi: valjaste, prirobe, dna in pokrovi, tesnila, spenjalni spoji, cevovodi in zaporni elementi. Vzmeti: jeklene, gumijaste in pnevmatske.

**14\_Numerične metode** (5 ECTS): Strojni inženir mora obvladati sodobne računalniško podprte metode za reševanje tehniških problemov. Te metode se delijo v dva razreda, eksperimentalne in računske. Pri slednjih se zapiše matematični model, ki se rešuje praviloma s pomočjo računalnika, največkrat z numeričnimi metodami. Zato se pri tem predmetu obravnavajo trije med seboj povezani sklopi: programski jezik Matlab, metode za numerično reševanje matematičnih modelov in orodja programskega jezika Matlab za simbolično računanje.

Programski jezik Matlab: konstante, spremenljivke, funkcije, izrazi, zapis vektorjev, matrik in podmatrik, funkcije za gradnjo, urejanje in računanje z matrikami, funkcije za povezavo med znakovnimi in numeričnimi izrazi, branje in pisanje podatkov, grafična predstavitev podatkov, logične vrednosti, logični operatorji in logični izrazi, krmilni stavki, uporabniške funkcije.

Numerične metode: Izvori in širjenje napak pri numeričnem računanju. Metode reševanja sistemov linearnih enačb. Metode interpolacije in aproksimacije. Metode reševanja nelinearne enačbe in sistema nelinearnih enačb. Numerično odvajanje in integriranje. Numerično reševanje diferencialnih enačb.

Matlabova orodja za analitično matematiko: poenostavljanje izrazov, odvajanje, limita, integriranje, vrste, Taylorjeva vrsta, enačbe in sistemi enačb, problem lastnih vrednosti, navadne diferencialne enačbe in specialne funkcije.

**15\_Mehanika fluidov** (7 ECTS): Osnovni namen predmeta mehanike fluidov je spoznati njihove fizikalne in mehanske lastnosti in na osnovi teh spoznanj, po teoretični in eksperimentalni poti določiti vpliv fluida na toga in deformabilna telesa. Določanje fizikalnih in mehanskih lastnosti fluidov je največkrat vezano na eksperimentalno delo. Pod fluid razumemo pline in kapljevine, ki se jim pod določenimi pogoji stalno spreminja oblika, lahko pa tudi gostota in volumen. Na mehanske lastnosti ima zelo velik vpliv tudi temperatura. Pri obravnavanju vpliva mirujočega fluida na trdna telesa, ki so popolnoma ali delno potopljena v fluid, se lahko uporabijo določene idealizacije, saj v teh primerih viskoznost ne vpliva na interakcijo fluid-trdno telo. V tokovnem polju fluida, ki je lahko umetno omejeno s stenami, lahko pa predstavlja obtekanje okoli trdnega telesa, pa se razmere med fluidnim tokom in trdnim telesom obravnava na osnovi nekaterih idealizacij, tako da so rezultati izračunov, ki se s tem poenostavijo, še uporabni tudi v industrijski praksi. Vpliv izbranih predpostavk na izračune se preverjajo v laboratoriju. V statiki fluidov so zanimive študije stabilnega plavanja delno potopljenih teles, saj metacentrična višina vpliva tudi na nihanje ladij okoli svoje vzdolžne osi. Na osnovi izračuna sile fluidnega toka na aero ali hidrodinamične profile, ki izhajajo iz Kutta – Joukowski-ega konformne transformacije, je možno določiti v praksi uporabne oblike profilov lopatic in kril, tako da je vzgonska sila čim večja in s tem tudi izkoristek energije fluida. To znanje je osnova za vse nadaljnje predmete, ki morajo upoštevati tudi vpliv fluida na toga ali deformabilna telesa.

**16\_Prenos toplote** (6 ECTS): V uvodnem delu je podan pregled razvoja področja prenosa toplote. Študent spozna osnovne zakonitosti prevoda toplote, konvekcije in sevanja. V okviru enačbe prevoda toplote se seznanijo s pristopom reševanja problemov enodimezionalnega



stacionarnega prevoda toplote brez in z notranjo generacijo toplote ter spozna pomen in uporabo razširjenih površin pri prenosu toplote. Pri obravnavi večdimenzionalnega stacionarnega in nestacionarnega prevoda toplote se študent seznanja z analitičnim in numeričnim pristopom reševanja problemov prenosa toplote s poudarkom na uporabi metode končnih diferenc. Preko različnih praktičnih primerov se študenta vpeljuje v uporabo posplošene kapacitivnostne analize za reševanje problemov nestacionarnega prenosa toplote. V okviru konvekcije so podane osnovne zakonitosti in popis proste in prisilne konvekcije brez in z fazno preobrazbo. Pri obravnavi prenosnika toplote bo študent prepoznal prednosti metode srednje logaritmične temperaturne razlike in zveze učinkovitost prenosnika toplote - število prenosnih enot ter jih bo uporabil na praktičnem primeru določitve karakteristike toplotne cevi in njenih omejitev v delovanju. Študent bo preko osnovnih zakonitosti sevanja in vpeljave faktorja medsebojnega videnja usposobljen za določevanje sevalnega toplotnega toka med različno ležečimi površinami v prostoru. Preko obravnave pasivnih in aktivnih tehnik izboljšane prenosa toplote bo študent usmerjen v kreativno razmišljanje o učinkoviti rabi energije. Zaključno poglavje predmeta je namenjeno obravnavi fenomenov prenosa toplote na mikro in nanoskali.

**17\_ Strojni elementi 2** (6 ECTS): Ležaji: osnove trenja, mazanja in hlajenja, drsni in kotalni ležaji. Prenos in transformacija rotacijskega gibanja, parametri transformacije (prestavno razmerje, izkoristek). Sklopke: principi, toge zveze, izravnave gibanja, elastične povezave, vklopne razmere, enosmerne sklopke in zapore, omejitve vrtilnih momentov in vrtilnih hitrosti, varnostne in zagonske sklopke. Gonila: medosna razdalja, prestavno razmerje in izkoristek. Torni in oblikovni princip prenosa. Torna gonila, jermenska gonila s ploščatimi in klinastimi jermeni, ozobljeni jermeni, verige. Zobniški prenosi: parametri, zakon ozobja, ubirnica in evolventno ozobje, ravno in poševno ozobje, stožčasti in vijačni prenos, nosilnost zobniških prenosov in standardi.

**18\_ Izdelovalne tehnologije 1** (5 ECTS): Sodobni razvoj tržno zanimivih izdelkov zahteva v začetni fazi poznavanje različnih izdelovalnih možnosti. Tako je pri izbiri materialov, njihovih termomehanskih stanj, pri definiciji oblikovnih atributov, zahtevane natančnosti in stanja površin potrebno v odvisnosti od količin in predvidene tržne življenske dobe izdelka najti najbolj racionalne in stroškovno optimalne izdelovalne tehnologije. V okviru predmeta bodo pregledno predstavljeni klasični in moderni postopki odrezavanja in to na osnovi definirane rezalne geometrije orodja, kot je : struženje, freziranje, vrtanje, vrezovanje navojev, žaganje. Nedefinirano rezalno geometrijo orodij pa uporabljajo postopki : brušenje, honanje, superfiniš, poliranje. Pojasnjena bo razlika med klasičnimi postopki odrezavanja in VHO – Visoko Hitrostnim Odrezavanjem, ki zagotavlja konkurenčnost proizvajalcu v evropskem tržnem prostoru. Poglavje o preoblikovanju bo obravnavalo najpogostejše procese oblikovanja gradiv kot so tlačno preoblikovanje, natezno tlačno preoblikovanje, upogibanje, spajanje s preoblikovanjem, preoblikovanje z direktnim dovodom energije, rezanje. Posebna poglavja bodo namenjena hitri maloserijski proizvodnji s preoblikovanjem oziroma kombinacijam med preoblikovanjem in odrezavanjem pa tudi posebnosti obdelav na različne načine pripravljenih polizdelkov. Zaključno poglavje predmeta bo posvečeno analizi okoljskih obremenitev izbranih tehnologij ter bilanci porabljene energije za izdelavo določenega izdelka.

**19\_ Projektno vodenje** (3 ECTS): Osnovo projektnega vodenja predstavlja timsko delo in poznavanje metod kreativnosti. Predstavljena je razlika med individualnim in timskim reševanjem problemov, način oblikovanja tima ob upoštevanju devetih timskih vlog ter način medsebojnega komuniciranja med člani in vodjem tima. Projektno vodenje in timsko delo je neučinkovito brez poznavanja metod kreativnosti. Pri predmetu bodo obravnavane tiste metode kreativnosti, ki so najprimernejše za reševanje problemov v tehniki.

Načrtovanje projekta, ob poznavanju metod timskega dela in kreativnosti, se prične z določitvijo cilja projekta, oblikovanjem strukture vsebine projekta in se konča z izdelavo mrežnega diagrama projekta. Načrtovanju projekta sledi izvedba analiz časa, virov in stroškov, katerih izvedba potrdi upravičenost ali neupravičenost projekta. Sprotno spremljanje izvajanja projekta zagotavlja, da bo projekt zaključen v predvidenem roku in v predvidenem obsegu stroškov.

**20\_ Metode numeričnega modeliranja** (7 ECTS): V splošnem je modeliranje tisto sredstvo v tehniki, ki s preslikavo fizikalno-tehniškega problema v ustrezno ekvivalentno obliko omogoči kontrolirano analizo problema. V primeru matematične preslikave je eksplicitno reševanje tako

dobljenega modela večkrat oteženo ali celo nemogoče. Tedaj se kot edina možnost v rokah analitika ponuja numerično modeliranje z a priori privzetim pristopom aproksimativnega reševanja, s prehodom obravnave iz zveznega v diskretni prostor. Pri predmetu študent spozna principe in osvoji metode za fizikalno objektivno numerično modeliranje. Na zgledu preprostih tehniških problemov osvoji razumevanje matematičnih modelov, razpozna pomen fizikalnih veličin, ki v modelu nastopajo, ter njihovo vlogo pri definiranju robnega problema. Aproksimativni pristop k reševanju enačb robnega problema je zastavljen splošno. Kot izhodišče sta uporabljena tako diferencialna kot integralska formulacija. Metoda končnih razlik ter Metoda končnih elementov sta njuni neposredni numerični izpeljanki.

**21\_Merilna tehnika (6 ECTS):** Velike tehnološke in druge spremembe, ki so v zadnjem desetletju nastale z razvojem nove generacije izdelovalnih sredstev in postopkov so pogojevale tudi intenziven razvoj sodobne merilne tehnike. Vse bolj kompleksni in zapleteni sistemi s področja materialne proizvodnje ter vse bolj obsežno razvojno-raziskovalno delo v realnem okolju, postavljajo vse večje zahteve po posebnih znanji in kompetencah s področja sodobne merilne tehnike. Zato so osrednje zahteve predlaganih novih učnih vsebin s področja praktičnega ter znanstvenega meroslovja ali merilne tehnike na sploh, usmerjene v načrtovanje in razvoj kakovostnih računalniško podprtih merilnih sistemov, ki zagotavljajo vse bolj povečane zahteve po merilni točnosti ob najmanjši merilni negotovosti ob tem pa omogočajo ponovljivost, zanesljivost in hitrost samega merilnega procesa, povečane zahteve po zajemanju, prenosu ter obdelavi dobljenih izmerjenih vrednosti. Na te in druge zahteve je sodobna merilna tehnika odgovorila z razvojem novih merilnih zaznaval in naprav, razvojem novih merilnih metod in postopkov, razvojem novih sistemskih ter informacijskih konceptov (pri standardiziranih merilnih sistemih) in sicer zaradi upoštevanja povečane zanesljivosti, kompatibilnosti strojne ter programske opreme ob uporabi razvojnih dosežkov in spoznanj na različnih področjih znanosti ter tehnike.

**22\_Metodika konstruiranja (5 ECTS):** Razvoj izdelkov je postavljeno v središče dogajanj sodobnega industrijskega in človekovega okolja. Moderna razvita okolja razumejo, da je samo del izdelkov lahko razvitih naključno. Zaradi tega je namen predmeta študentu predstaviti potrebo po metodologiji razvoja vseh izdelkov. Pri tem se bo študent predvsem seznanil z funkcijskimi zahtevami in izpeljavo delovnih principov. Nato bo pridobil znanje s katerim bo lahko samo ocenil primerno izpeljane rešitve. Spoznal bo temeljne značilnosti procesa zasnove. Študent bo prepoznal različne tehnične sisteme v celovitem pogledu. Do sedaj je razumel tehnične sisteme parcialno, globalnost v uporabi tehničnih sistemov pa lahko prepozna v integralnem pogledu. Izpeljane bodo metode za sistematični in radikalni razvoj izdelka. Postavljeni bodo kriteriji za različne pristope k robustnemu konstruiranju, konstruiranju za – montažo, izdelavo, transport, vzdrževanje, uporabo itd. Prepoznani bodo specifični parametri za opredelitev prej naštetih značilnih postopkov za konstruiranje. S seminarsko nalogo bo študent dokazal ali ima primerno znanje za specifično postavljeno nalogo. Zaradi tega je bistveno, da študent sam izbere primerno temo, ki jo javno zagovarja.

**23\_Tribologija (5 ECTS):** Predmet podaja osnovne pojme s področja površin v relativno gibajočih se kontaktih, mazanja in maziv, trenja in obrabe. Pri predmetu podamo pomen nosilnih triboloških kontaktov za prenos moči v sistemih in ključne lastnosti površin, ki vplivajo na trenje in obrabo. Razložijo se osnovne vrste maziv in kvaliteta mazanja, ki jo lahko ocenjujemo preko lege sistema na Striebeck-ovi krivulji. S tem v zvezi razložimo vlogo in osnovne vrste aditivov v mazivih in osnovne značilnosti posameznih vrst mazanja. Obravnavajo se glavni viri trenja in vpliv nanje. Podajo se najpogostejši mehanizmi obrabe in njihove značilnosti. V zadnjem delu predavanj se obravnava še metode za analize površin in tribološke študije ter osnovni principi testiranja. Posledice trenja, obrabe in različni vidiki maziv in mazanja se povzamejo in poda njihova vloga pri poškodbah strojnih elementov ter možnosti njihovega zaznavanja in spremljanja.

**24\_Dinamika togih teles (7 ECTS):** Povezava med dinamskim modelom in realnim inženirskim sistemom, gibalna enačba, metodologija reševanja problemov iz dinamike. Dinamika masne točke z navezavo na strojniške aplikacije: sila, masa, pospešek; premočrtno, krivočrtno gibanje; delo in energija (kinetična, potencialna), moč, izkoristek, impulz in gibalna količina, vrtilna

količina. Dinamika sistema masnih točk: gibanje masnega središča, gibalna, vrtilna količina pri poljubnem vrtenju, delo, energije.

Dinamika togega telesa: masni vztrajnostni momenti, osni, deviacijski, glavni, vzporedni premik osi, zavrtitev koordinatnega sistema. Ravninsko gibanje: translacija, rotacija, splošno. Sile ter momenti, delo ter energije. Splošno prostorsko gibanje. Vrtenje okoli stalne osi, masno statično in dinamično uravnoteženje togih rotorjev. Določitev vztrajnika.

Trk: hitrostne razmere pri premem in poševnem centričnem trku, energije pri trku - izkoristki zabijanja in kovanja.

Osnove mehanskih nihanj: lastna in vsiljena nihanja sistema z eno prostostno stopnjo, nedušena ter dušena nihanja, harmonsko, centrifugalno vzbujanje, kritični vrtljaji enomasnih prožnih rotorjev, prenosnost vibroizolacije, osnove meritev vibracij - seizmična teorija.

**25\_Dinamika fluidov** (7 ECTS): Fluid: osnovne lastnosti, aksiom kontinuuma;. Splošna bilanca spremembe lokalne lastnosti. Integralske metode analize – povprečenja. Laminarni tok: Kontinuitetna enačba; kontinuitetni val. Gibalna enačba; dinamični val, Bernoullijev teorem. Energijska enačba. Turbulentni tok: Reynoldsova pravila povprečenja. Reynoldsova turbulenta obremenitev. Energijski spekter. Eulerjevo povprečenje po volumnu. Eulerjevo povprečenje vzdolž strujnice. Strujna cev. Sprememba totalnega tlaka in nepovračljivost.

Fenomenološki principi vs. zaključitveni pogoji. Drugi glavni zakon termodinamike. Konstitucijske enačbe stanja. Mehanske konstitucijske enačbe stanja. Energijske konstitucijske enačbe. Integracija Reynoldsove gibalne enačbe (RANS). Boussineq-jeva teorija. Prandtlova teorija mešalne dolžine. Dimenzijska analiza. Zakon stene. Modeli: DNS, RSM, SST, LES; k-epsilon. Osnovne vrste fizikalnih variabel. Osnovne lastnosti naključnih spremenljivk. Reynoldsova fizikalna slika turbulentnega toka. Opis turbulentnega polja, korelacija, intenziteta, skala, spekter. CFD, mejna plast, mikrofluidika, stisljivi tokovi.

**26\_Snovanje in razvoj izdelka** (5 ECTS): Snovanje in razvoj izdelka predstavlja temeljno informacijo študentu o tem zakaj in kako sploh nastajajo novi izdelki. V študiju mu poskušamo predstaviti kompleksnejše razumevanje o nastajanju potreb, ki so lahko popolnoma osnovne ali pa so nadgrajene. Iskanje priložnosti za nove izdelke predstavlja osnovni vzgib za razvoj. Izpostavljena je povezava med razvojem novih tehnologij in novimi izdelki. Razvoj novih izdelkov je povezan z okoljem, ki ga predstavljajo socialni, ekonomski, tehnološki in zakonodajni faktor. S tržna analizo se študentu predstavi sredstvo za prepoznavanje pogojev razvoja izdelka. Razvoj novih izdelkov deluje kot generator raziskav za boljše poznavanje novih tehnologij. Razumevanje celovitega proizvodnega sistema je pogoj za razumevanje življenjskega cikla izdelka od ideje do odstranitve iz okolja.

Pomen tima in posameznih vlog tima za proces razvoja izdelka ter sodelovanje funkcij v podjetju predstavlja interne dejavnike podjetja pri razvoju izdelka. Študentu so predstavljeni makro in mikro ekonomski pogoji za relevanten odnos do potrebnosti razvoja novih izdelkov. Razvoj novega izdelka versus raziskovanje značilnosti izdelka za specifične pogoje obratovanja. Posebej je opredeljena razlika med razvojem novega izdelka in kopiranjem znanih rešitev. Kako taka razlika vpliva na položaj poslovnega sistema v ožjem in širšem okolju. Študent spozna vse pomembne elemente proizvodnega sistema, predstavljena mu je logična struktura razvojnih verig. Predstavljena mu je vloga razvojnih centrov v velikih korporativnih sistemih zato, da lahko razume pretok informacij, projektov in naročil. Predstavljena je logika SME podjetij v celovitem obvladovanju potreb po izdelih.

**27\_Energetski stroji in naprave** (5 ECTS): Predmet *Energetski stroji in naprave* je namenjen sistematičnemu pregledu tehničnih aplikacij za pretvorbo primarnih virov energije v sekundarno, končno in koristno obliko. Študenti spoznajo uporabo temeljnih teoretičnih znanj (z različnih področij tehnike) za določanje in razumevanje pojavov v strojih in napravah ter njihovega delovanja. Študenti se naučijo osnovnih značilnosti: pogonskih in delovnih strojev (namen uporabe); hidravličnih in toplotnih strojev (vrsta - stisljivost delovnega medija); volumenskih in turbinskih strojev (način delovanja); energetskih naprav (prenosniki toplote, kotli, ejektorji, direktni elektrokemični pretvorniki energije). Študenti spoznajo uporabo obravnavanih vrst strojev in naprav v tehniški praksi, njihovo integracijo in vlogo v širših energetskih sistemih ter osnovne teoretične pristope k določanju osnovnih konstrukcijskih veličin.

**28\_Izdelovalne tehnologije 2** (5 ECTS): Vsebina predmeta zajema osnove nekonvencionalnih izdelovalnih tehnologij, spajanja in toplotnega rezanja. Predstavljene so naloge inženirja v industriji in smernice razvoja izdelovalnih sistemov. Obravnavana je problematika izdelave z vidika medsebojne odvisnosti dizajna, tehnologije in materiala. Podrobneje so predstavljene posamezne nekonvencionalne tehnologije. Podane so njihove specifične lastnosti iz vidika fizikalnega principa odnašanja, integritete generiranih površin, natančnosti in ekonomske učinkovitosti procesa. Študentje na primerih iz prakse izbirajo ustrezne tehnologije z vidika specifičnih zahtev izdelka.

V drugem delu predmeta so podane osnovne razlike med posameznimi tehnikami spajanja iz fizikalno metalurškega vidika in razlike z uporabniškega vidika v industriji. Podaja nek informativen pregled med tehnologijami varjenja spajkanja in lepljenja. Predstavi osnove o metalizaciji in poda možnosti sanacije obrabljenih strojnih elementov. V nadaljevanju vsebina obsega osnove o virih energije za varjenje, poda osnove o varilnem obloku, plazmi, laserju in elektronskem snopu z vidika prakse in industrijske uporabe. Predstavljene so osnovne zahteve o kakovosti na celotne področju spajanja materialov.

**29\_Nauk o polimerih** (5 ECTS): Polimeri postajajo vedno bolj pomembni konstrukcijski materiali. Njihova uporaba v industriji hitro narašča zaradi prednosti, ki jih ti materiali nudijo v primerjavi z bolj tradicionalnimi materiali kot so npr. kovine. Nekaj poglobitvenih prednosti je: enostavno preoblikovanje, odpornost na korozijo, ugodno razmerje med trdnostjo in težo, več-funkcijski namen uporabe... Od njih se pričakuje, da prenašajo obremenitve skozi celotno življensko dobo. To zahteva napovedovanje dolgotrajne zanesljivosti konstrukcijskih elementov, kar nadalje zahteva poznavanje lastnosti materialov. Konstruiranje s polimeri je precej zahtevno ker so, za razliko od kovin, mehanske lastnosti polimerov močno odvisne od časa.

V okviru predmeta Nauk o polimerih slušatelj pridobi osnovna znanja na področju vedenja polimernih materialov v talini in trdnem stanju. Osvoji metodologije karakterizacije taline in trdnih polimerov. Osvoji osnove tehnoloških postopkov predelave polimerov in kompozitov, ter osvoji osnovne koncepte snovanja izdelkov iz tovrstnih materialov.

**30\_Osnove mehatronike** (5 ECTS): Mehatronika je interdisciplinarna tehniška disciplina, ki povezuje znanja strojništva, elektrotehnike in informatike. Cilj predmeta je seznaniti študente strojništva s področjem, osnovnimi pojmi ter osnovnimi strukturami, elementi in lastnostmi mehatronskih proizvodov in sistemov. Predstavljene so osnovni funkcijski elementi: objekt krmiljenja (naprava oz. proces), aktuatorji, senzorji, krmilniki. Podane so osnovne strukture mehatronskih sistemov in povezave med elementi ter z okolico (vhodne in izhodne veličine, krmiljeni parametri, referenca). Podrobneje so predstavljeni krmilni elementi s pudarkom na digitalni tehniki. Opredeljena je vloga programske opreme. Predstavljene so osnovne lastnosti funkcijskih elementov in sistemov, ki so okarakterizirane s statičnimi in dinamičnimi karakteristikami v časovnem in frekvenčnem prostoru. Predstavljeni so koraki načrtovanja mehatronskih sistemov. Predstavljena so inženirska orodja za podporo načrtovanju. Predmet je ilustriran z vrsto primerov. Izvajanja spremljajo tudi demonstracije na v ta namen razvitih učilih in laboratorijski opremi, kar omogoča študentom aktivno sodelovanje ter lažje dojetje in sprejetje novega znanja.

**31\_Tehnična akustika** (5 ECTS): Hrup je problem civilizacije. Povzroča poškodbo sluha in vrsto psihofizioloških motenj pri ljudeh in živalih. Vpliva tudi na delovno učinkovitost. Hrup je tako problem varstva okolja in humanizacije delovnega mesta. Stroji in naprave so glavni povzročitelji hrupa tako na delovnem mestu kot v naravnem in življenjskem okolju. Tihi izdelek je zelo dober prodajni argument. Da bi znali izdelati tihi stroj ali zmanjšati hrup delujočega stroja moramo poznati vzroke za generiranje hrupa, to je mehanizme generiranja hrupa. Mehanizmi generiranja hrupa so različni in so odvisni od vrste in tipa stroja, njegovih dimenzij in moči ter obratovalnih razmer.

V okviru tega predmeta se študent seznanja z osnovami hrupa in terminologijo na tem področju, predvsem z logiko decibelne skale in zvočnih ravni. Nato spoznajo mehanizme generiranja hrupa pri različnih elementarnih virih hrupa in tudi kompleksnih strojih in napravah delujočih v industrijskih halah ali na prostem, pri različnih režimih obratovanja ali delovanja. Študent dodatno

v okviru vaj tudi eksperimentalno potrdi teoretične razlage v okviru predavanj in si ustvari tudi vizualno sliko sevanja vira hrupa pri različnih strojih oz. virih in mehanizmih generiranja hrupa.

**32\_Notranje okolje** (5 ECTS): Notranje okolje predstavlja osnovni strokovni predmet poznavanja zakonitosti delovnega in bivalnega okolja v zgradbah. Študent spozna vplivne parametre in kriterije notranjega okolja (toplotno okolje, kakovost zraka, ...), ki dinamično vplivajo na ugodje in tudi lahko predstavljajo tveganje za človekovo zdravje. Podani bodo vzroki za nastanek človeku škodljivega notranjega okolja in ukrepi in modeli za njegovo izboljšanje. Podane bodo osnove za sintezo in poznavanje obravnavanega okolja z učinkovitim prezračevanjem in odstranitvijo škodljivih primesi ter analizo starosti zraka.

**33\_Hidravlika in pnevmatika** (5 ECTS): Hidravlika in pnevmatika je tisto področje strojništva, ki je prisotno v mnogih strojniških aplikacijah od avtomatizacije, obdelovalnih in preoblikovalnih strojev, mehatronskih sistemov in kmetijskih strojev do gradbenih strojev in drugih strojnih aplikacij. V zadnjih letih delež industrije s področja hidravlike in pnevmatike v svetu izredno narašča (letna rast do 7 %), kar kaže na vse večje potrebe po strokovnjakih s tega področja in na vse večjo uporabnost hidravličnih in pnevmatičnih sistemov. Z izredno hitrim razvojem tehnike, predvsem in z vse večjo globalizacijo proizvodnje in potrošnje, rastejo v zadnjem času tudi potrebe uporabnikov po vedno bolj zmognih in učinkovitih strojih. Razvoj mikroelektronike ter mehatronike je v zadnjih letih močno vplival na tudi na razvoj hidravlične in pnevmatične tehnike v celoti.

V okviru predmeta Hidravlika in pnevmatika (H&P) bodo podane predvsem osnove konvencionalne hidravlike in pnevmatike ter proporcionalne tehnike. Študenti bodo v okviru predmeta osvojili osnovna znanja na področju konvencionalne ter proporcionalne hidravlike in pnevmatike vključno s teoretičnimi osnovami za preračun in projektiranje v praktični uporabi fluidnotehničnih sistemov. Razumeli bodo osnove H&P sistemov, konstrukcijskih izvedb in delovanja pomembnejših oziroma najširše uporabljenih H&P konvencionalnih in proporcionalnih komponent ter pridobili osnovna znanja za projektiranje H&P krmilj in sistemov s temi komponentami v praksi. Pridobljeno znanje bo tudi primerna osnova pri vzdrževanju strojev in postrojenj, opremljenih s hidravliko in pnevmatiko. Pridobljeno znanje bodo študenti uporabili tudi kot osnovo za nadgradnjo znanja na tem področju v višji stopnji.

**34\_Proizvodno inženirstvo** (5 ECTS): Proizvodno inženirstvo je področje strojništva, ki pokriva v zadnjem času vse bolj rastoče potrebe v sodobnem tržnem gospodarstvu, po učinkoviti organiziranosti podjetja, gospodarnosti proizvodnih in servisnih dejavnosti ter vse večje potrebe po avtomatizaciji proizvodnje in predvsem montaže. Pri predmetu Proizvodno inženirstvo bodo študentje pridobili osnovna znanja o montaži v proizvodnem procesu, montažnih sistemih, avtomatizirani in robotizirani montaži ter znanja o klasičnih in sodobnih organizacijskih zasnovah podjetij, analizah gospodarnosti v podjetjih, metodah določanja časov in osnovah investicijskega inženiringa.

Po zaključku predavanj bodo študentje imeli sposobnost odločanja pri snovanju izdelka glede na možnosti montaže, pri snovanju montažnih procesov in sistemov ter sposobnost oblikovanja najprimernejše organizacijske strukture, izvedbe analiz gospodarnosti, določanja časovnih normativov in priprave investicijskega računa. Znanje, pridobljeno pri tem predmetu bo tudi osnova za nadgradnjo znanj s tega področja v drugi stopnji študija

**35\_Laserski sistemi** (5 ECTS): Vse bolj intenzivno uvajanje laserjev v sodobno industrijsko proizvodnjo vodi v njeno intenzivno preobrazbo v smeri razvoja novih izdelkov in izdelovalnih procesov z visoko dodano vrednostjo. Laserji tako igrajo pomembno vlogo na področju sodobnih mikro in nano izdelovalnih tehnologij ter na področju hitre in fleksibilne proizvodnje in pri hitri izdelavi prototipov.

Cilj predmeta je dati študentom trdne teoretične in praktične osnove inženirskih laserskih aplikacij in jih tako pripraviti za nadaljnji študij na področju področjih sodobnega strojništva, kjer postajajo laserski sistemi nepogrešljivi. Pomemben poudarek pri predmetu je dan tudi pridobivanju znanj in veščin pomembnih za praktično uporabo laserskih sistemov v industrijskih ali raziskovalnih okoljih. Predmet zajema teme s področja inženirske optike, laserskih virov, laserske varnosti ter merilnih in obdelovalnih laserskih sistemov.

**36\_Elektrotehnika** (4 ECTS): Predmet Elektrotehnika podaja študentom strojništva elektrotehniško znanje v takem obsegu in načinu, da jim omogoči uporabo elektrotehniških orodij, sistemov in komponent pri izpolnjevanju strojniških nalog. Predmet podaja principe delovanja električnih in elektronskih vezij, principe implementacij analognega procesiranja

signalov, močnostnih vezij in principe delovanja digitalnih sistemov. Razložena je zgradba, izdelava in uporaba pasivnih in aktivnih gradnikov električnih in elektronskih vezij.

**37\_Kemija** (4 ECTS): Pri predmetu Kemija študent osveži svoje znanje kemije, ki ga je pridobil na nižjih nivojih šolanja. Pomemben del predmeta je predstavitev tem in teoretskih principov, ki so povezani s strojništvom in jih zato strojniki večkrat srečajo tudi v praksi. Jasno je predstavljena povezava poznavanja zgradbe snovi in njen vpliv na kemijske lastnosti snovi. Predstavljeni so tudi številni primeri snovi in materialov, ki jasno pokažejo uporabnost in povezavo kemijskih snovi z vsakdanjim življenjem in še posebej strojništvom (kar je podrobneje razvidno tudi iz posameznih točk Modela učnega načrta).

**38\_Osnove kakovosti** (3 ECTS): V sodobnem tržnem gospodarstvu so zahteve po kakovosti vse večje, kar je posledica vedno večje zahtevnosti kupcev in odjemalcev ter konkurenčnosti podjetij v posameznih panogah. Eden od načinov rasti dohodka podjetja ter ugleda je tudi uvajanje sodobnega sistema zagotavljanja kakovosti, ki naj bi bil primerna osnova za doseganje kakovostnih proizvodov in storitev. Sam sistem neposredno ne vodi do boljših proizvodov, omogoča pa, da so procesi bolj stabilni, kar zagotavlja konstantno kakovost proizvodov in posredno večje zaupanje odjemalcev. Zato uspešna podjetja, z jasno vizijo svojega poslovanja, svoj uspeh gradijo na načrtovanju, vodenju in zagotavljanju ustrezne kakovosti skladno mednarodnim standardom. Zagotavljanje kakovosti se (po Ishikawi) začne in konča z izobraževanjem, ki pa mora biti primerno organizirano na vseh nivojih izobraževanja.

Študent pridobi osnovna znanja s področja zagotavljanja kakovosti, ki vključuje različne vidike kakovosti, sisteme vodenja kakovosti kot tudi primerna orodja, tehnike in metode za doseg zahtevanih ciljev. Pridobi tudi sposobnost iskanja ter uporabe novih informacij iz različnih virov, sposobnost prenosa tega znanja v podjetniško okolje pri reševanju konkretnih strokovnih problemov na področju zagotavljanja kakovosti.

**39\_Ekonomika podjetja** (3 ECTS): Za bodočega inženirja je zelo pomembno poznavanje osnovnih pojmov o ekonomiki podjetja. Študentje se bodo seznanili z osnovnimi značilnostmi podjetij, s poslovnim procesom ter z vlogami posameznih poslovnih funkcij. Posebna pozornost je namenjena poslovnim sredstvom in obveznostim do virov sredstev. Za tehnike je zelo pomembno poglavje o stroških in njihovih vrstah, saj bodo na osnovi le teh sposobni izdelati kalkulacije ter presoditi stroškovno učinkovitost rešitve.

**40\_Praktično usposabljanje** (5 ECTS): Študent opravlja samostojno delo na dogovorjenem delovnem mestu v industrijskem ali raziskovalnem okolju s širšega področja strojništva pod vodstvom dodeljenega mentorja. Sproti izvaja projektno delo in vodi dnevnik svojega dela, ki je sestavni del projektnega dela. Projektno delo s prilogami, ki dokumentirajo njegovo opravljeno delo, predstavi in zagovarja pri mentorju na fakulteti.

