

**Univerza
v Ljubljani**

**Fakulteta
za strojništvo**



**Aškerčeva 6
1000 Ljubljana
Slovenija**

DOKTORSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM

STROJNIŠTVO

Predstavitveni zbornik

Ljubljana, 2016

DOKTORSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM
STROJNIŠTVO
UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO
Predstavitev študijskega programa

1. Podatki o študijskem programu

Naslov:

Doktorski študijski program
STROJNIŠTVO

Stopnja študijskega programa:

III. stopnja

Trajanje:

3 leta (6 semestrov)

Število ECTS:

180

Strokovni naslov:

Doktor / doktorica znanosti

oziroma z okrajšavo **dr.** pred imenom

Predstavitveni zbornik doktorskega programa **STROJNIŠTVO** je dostopen na spletnem naslovu http://www.fs.uni-lj.si/studijska_dejavnost/bolonjski_studijski_programi/predstavitev/

Doktorski študijski program **STROJNIŠTVO** je po bolonjski shemi program III. stopnje. Program traja tri leta in je ovrednoten s 180 kreditnimi točkami po Evropskem prenosnem kreditnem sistemu (ECTS – European Credit Transfer System), s čemer izpolnjuje pogoje za vključevanje v mednarodno izmenjavo študentov v državah, ki ta sistem uporabljajo.

Študijski program je vsebinsko nadaljevanje in nadgradnja prenovljenih programov I. in II. stopnje strojništva ter v njih obravnavanih strokovnih vsebin s področij konstrukcijsko mehanskega inženirstva, energetskega, procesnega in okoljskega inženirstva ter proizvodnega inženirstva, proizvodne kibernetike in mehatronike. Študijski program je sestavljen iz organiziranega dela pouka v obsegu 60 kreditnih točk, preostalih 120 kreditnih točk pa je namenjenih individualnemu raziskovalnemu delu za izdelavo doktorske disertacije.

Cilj programa je izobraževati nadpovprečno uspešne magistrante študijskih programov II. stopnje s področja tehnike in naravoslovja ter jih usposobiti za samostojno znanstveno–raziskovalno delo in ustvarjanje novega znanja na področju strojniških ved. Ker je program v celoti zasnovan na načelu izbirnosti, je študentu ob pomoči izbranega raziskovalnega mentorja in s primerno izbiro ponujenih študijskih vsebin dana možnost načrtovanja lastnega razvoja v želeni smeri. Pri tem so upoštevane tako osebne želje in strokovna nagnjenja kandidatov kot tudi trenutne potrebe gospodarskega in raziskovalnega prostora.

Skladno z zastavljenim ciljem program neločljivo povezuje študij z znanstveno–raziskovalnim in razvojnim delom, študent pa v času študija osvoji metodologijo znanstveno–raziskovalnega dela ter si pridobi potrebne sposobnosti za samostojno in/ali skupinsko reševanje znanstvenih in najzahtevnejših razvojnih nalog. Osrednji poudarek programa je tako na samostojnem kreativnem raziskovalnem delu študenta, ki ga usmerja mentor. V okviru doktorskega študijskega programa realizirano raziskovalno delo in njegove rezultate študent predstavi v obliki doktorskega dela, ki ga javno zagovarja pred strokovno komisijo. Znanstveno relevantno in

strokovno korektnost predstavljenega raziskovalnega dela doktorand potrdi z objavo najmanj dveh prispevkov v avtorstvu ali soavtorstvu v mednarodno priznani znanstveni publicistiki.

2. Temeljni cilji programa in splošne kompetence

V želji po zagotavljanju pogojev za povečano konkurenčnost slovenskega gospodarstva na globaliziranih svetovnih trgih, ki temelji predvsem na sposobnosti stalnega snovanja in razvijanja novih izdelkov, procesnih tehnologij in tehnoloških postopkov, pri tem pa upošteva kriterije trajnostnega razvoja in varstva okolja, je temeljni cilj doktorskega študijskega programa **STROJNIŠTVO**, da izobražuje nadpovprečno uspešne magistrante študijskih programov druge stopnje bolonjskega študija s področja tehnike in naravoslovja ter jih usposablja za samostojno znanstveno–raziskovalno delo in ustvarjanje novega znanja na področju strojniških ved. Skladno s tem program opredeljuje kot ključne elemente:

- Samostojno znanstveno–raziskovalno in razvojno delo, ki izhaja iz že ustvarjenega znanja in ustvarja novo znanje. Ob tem je poudarek na:
 - zavedanju, da je človek del narave; iz opazovanja narave se neprestano uči in mora ob posegih vanjo odgovorno skrbeti za njeno ohranjanje,
 - vzpostavljanju spoštovanja do zgodovine človeškega roda ter vseh njegovih razvojnih dosežkov, ki so odraz človekovega nemirnega raziskovalnega duha in njegove ustvarjalnosti,
 - poglobljenem razumevanju temeljnih fizikalnih znanosti, ki ob ustrezni tehniški implementaciji vodi do nove dodane vrednosti,
 - razvijanju znanstvenega načina mišljenja, podprtega z ustreznimi metodološkimi pristopi pri raziskovanju,
 - razvijanju primerne in kritičnega odnosa pri presoji dosežkov drugih ter rezultatov lastnega dela,
 - razvijanju komunikacijskih sposobnosti za predstavitev in argumentiranje lastnih zamisli, hipotez in rezultatov pred znanstveno–raziskovalno in strokovno javnostjo v najširšem obsegu, t.j. v lastnem raziskovalnem okolju, na strokovnih srečanjih doma in v tujini ter z objavami v strokovni publicistiki.
- Izobraževanje doktorjev znanosti za potrebe kreativnega znanstveno–raziskovalnega in razvojnega dela na področju strojniških ved. Ob tem je poudarek na
 - zavedanju nujnosti po stalnem spremljanju razvoja znanosti v svetu,
 - zavedanju nujnosti po timskem delu in interdisciplinarnem povezovanju ter izmenjavi informacij,
 - pomembnosti prenosa novega znanja v gospodarsko okolje (od osnovne zamisli do njenega udejanjenja v obliki končnega proizvoda).

Našteto omogoča doktorantom študijskega programa superiorno obvladovanje specializiranega znanstvenega področja v okviru tehniških ved in širše, s tem pa zaposljivost in uspešno delo v tehniških raziskovalnih in razvojnih oddelkih gospodarskih družb, v raziskovalnih laboratorijih raziskovalnih inštitutov, v izobraževalnih institucijah, strateških svetih, itd.

3. Struktura programa in način študija

3.1 Predmetnik s kreditnim ovrednotenjem študijskih obveznosti

Doktorski študijski program **STROJNIŠTVO** je triletni program, ki predstavlja po bolonjski shemi program tretje stopnje. Študijske obveznosti v programu obsegajo skupaj 180 kreditnih točk po ECTS (European Credit Transfer System) sistemu vrednotenja, ki je podlaga za primerljivost študijskih programov in osnova za mednarodno mobilnost študentov v državah z enakim ali primerljivim kreditnim sistemom. Študijski program, katerega strukturo prikazuje Preglednica 3.1.1, je sestavljen iz organiziranih oblik študija v obsegu 60 ECTS, preostalih 120 ECTS pa je namenjenih raziskovalnemu delu za doktorsko disertacijo. Posamezen letnik obsega 60 ECTS, semester pa 30 ECTS.

Predmetnik v doktorskem študiju posameznega kandidata je po doktorskem študijskem programu **STROJNIŠTVO** sestavljen iz obveznosti, ki sodijo v dve skupini:

1. Organizirane oblike študija (60 ECTS)

a) *Teoretski in metodološki sklop*

- štiri (4) izbirni predmeti (4x10=40 ECTS)
- dva (2) seminarja (2x5=10 ECTS).

b) *Predstavitev dispozicije teme doktorske disertacije in izdelava ter zagovor doktorske disertacije (2x5=10 ECTS).*

Opredelitev štirih izbirnih predmetov iz nabora predmetnika študijskega programa (Preglednica 3.3.2-a,b,c,d) predlaga Komisiji za doktorski študij glede na strokovno zanimanje študenta njegov mentor v soglasju s študentom, potrdi pa Komisija za doktorski študij in senat UL FS.

Dva obvezna seminarja, prvi ob zaključku prvega leta študija in drugi ob zaključku 3. semestra, ki ju študent predstavi in zagovarja pred izbrano komisijo, vsebujeta pregled rezultatov dotedanjega raziskovalnega dela. Na njihovi osnovi je študentu omogočena natančnejša določitev problematike za definiranje teme doktorskega disertacije.

Preglednica 3.1.1: Struktura študijskega programa

1. letnik: ECTS			organizirane oblike študija 35		
1. semester: organizirani študij 20 ECTS			2. semester: organizirani študij 15 ECTS		
Učna enota	Vrsta	ECTS	Učna enota	Vrsta	ECTS
Predmet A	I, O	10	Predmet C	I, G, M, O	10
Predmet B	I, G, O	10	Raziskovalno delo	O	15
Raziskovalno delo	O	10	Seminar I. - (poročilo o raziskovalnem delu)	O	5
Skupaj		30	Skupaj		30

2. letnik: ECTS			organizirane oblike študija 20		
3. semester: organizirani študij 15 ECTS			4. semester: organizirani študij 5 ECTS		
Učna enota	Vrsta	ECTS	Učna enota	Vrsta	ECTS
Predmet D	I, G, M, O	10	Raziskovalno delo	M, O	25
Raziskovalno delo	M, O	15			
Seminar II. - (poročilo o pripravi doktorske teme)	O	5	Tema doktorske disertacije	O	5
Skupaj		30	Skupaj		30

3. letnik: ECTS			organizirane oblike študija 5		
5. semester: ECTS		organizirani študij 0	6. semester: ECTS		organizirani študij 5 ECTS
Učna enota	Vrsta	ECTS	Učna enota	Vrsta	ECTS
Raziskovalno delo	O	30	Raziskovalno delo	O	25
			Doktorska disertacija	O	5
Skupaj		30	Skupaj		30

Pri tem velja: I: Izbirni; G: generični; O: obvezni; M: mobilnost

Med organizirane oblike študija štejemo tudi predstavitev dispozicije teme doktorske disertacije in izdelavo ter zagovor doktorske disertacije. Predstavitev dispozicije teme doktorske disertacije z izdelano znanstveno hipotezo ter njena odobritev na senatu UL morata biti opravljena pred vpisom v 3. letnik. Izdelava in zagovor doktorske disertacije sta študentu omogočena ob izpolnitvi pogoja dveh znanstvenih objav s področja doktorske disertacije ter v roku veljavnosti disertabilnosti teme.

2. Raziskovalno delo za doktorsko disertacijo (120 ECTS)

Raziskovalno delo za doktorsko disertacijo mora biti zaključeno z najmanj dvema znanstvenima člankoma s področja obravnavanega v doktorski disertaciji. Članka, pri katerih je kandidat prvi avtor vsaj v enem, morata biti objavljena ali sprejeta v objavo v mednarodno priznanih revijah, ki jih indeksira SCI še pred zagovorom doktorata.

Strukturo študijskega programa po semestrih glede na predpisane obveznosti in oblike študija prikazuje Preglednica 3.1.1. Iz nje je razvidno, da je težišče organiziranih oblik študija (predavanja, seminarji in vaje) v prvih treh semestrih, kar omogoča študentu pridobitev trdnih temeljnih znanj za kakovostno raziskovalno delo na doktorski disertaciji v nadaljevanju študija.

3.1.a Število in poimenska navedba učnih enot

Elemente študijskega programa opredelimo skladno z razdelitvijo študijskih obveznosti na organizirane oblike študija ter dejavnosti namenjene raziskovalnemu delu za doktorsko disertacijo.

3.1.a-1 Organizirane oblike študija

Organizirane oblike študija zajemajo: izbirne predmete, generične predmete, seminarje in delo za doktorsko disertacijo. Vsi predmeti so izbirni. Študent skupaj z mentorjem izbere štiri predmete (1., 2. in 3. semester), ki jih potrdi Komisija za doktorski študij in senat UL FS. Seminarja v 2. in 3. semestru sta obvezna in skupna za vse doktorske študente. S tem zagotavljamo širino študija in interakcijo med doktorskimi študenti. Med organizirane oblike študija štejemo še predlog in predstavitev teme doktorske disertacije (4. semester) ter doktorsko disertacijo z zagovorom (6. semester).

Izbirni predmeti

Vsi predmeti v programu so izbirni in kreditno ovrednoteni z 10 ECTS. Vsebinsko jih je mogoče opredeliti kot predmete z vsebinami pomembnimi za vse študente ne glede na njihovo strokovno opredelitev (Preglednica 3.3.2-a) ter predmete z vsebinami, ki so strokovno specifične za izbrano študijsko smer (Preglednica 3.3.2-b,c,d). Izmed ponujenih izbirnih

predmetov študent skupaj z mentorjem izbere dva do štiri predmete (morebitne manjkajoče predmete do zahtevanih štirih predmetov študent realizira ali preko mobilnosti (največ dva predmeta) ali z izbiro generičnih vsebin (največ en predmet)). Izbor predmetov, ki naj bo praviloma zasnovan tako, da dopolnjuje raziskovalno delo študenta, morata odobriti Komisija za doktorski študij in senat UL FS. Z dvonivojskim pregledom izbirnih vsebin za vsakega kandidata in predlagane doktorske teme zagotavljamo ustrezno kakovost, ki jo Fakulteta za strojništvo želi stalno povečevati.

Generični predmeti

Generični oziroma splošni predmeti podajajo prenosljiva znanja in spretnosti. UL FS v svojem predmetniku ne ponuja predmetov z generičnimi vsebinami. Študent pa ima ne glede na to možnost izbire enega generičnega predmeta oziroma generičnih vsebin v obsegu 5 ECTS v okviru doktorskih študijskih programov na UL ali drugod. Manjkajočih 5 ECTS do zahtevanih 10 ECTS na predmet študent nadomesti z dodatnim seminarjem, dogovorjenim z mentorjem in potrjenim na Komisiji za doktorski študij in senatu UL FS, ali dodatnim člankom objavljenim ali sprejetim v objavo v reviji, ki jo indeksira SCI.

Seminarji

Seminar je organizirana oblika študija, ki jo študent izvaja pod vodstvom svojega mentorja, rezultate dela pa v pisni in ustni obliki predstavi javno pred strokovno komisijo določeno s strani senata UL FS. Obveznost študenta v programu sta dva seminarja, ki sta oba ovrednotena s 5 ECTS in sta obvezna za vse študente doktorskega študija. V okviru seminarja se od študenta zahteva prisotnost pri predstavitev drugih študentov iste študijske smeri in sodelovanje v diskusijah. S tem zagotavljamo razširitev študija preko ožjega področja njegove doktorske disertacije, spoznavanje z rezultati raziskav drugih študentov in interakcijo med doktorskimi študenti.

V okviru seminarjev študent poroča o rezultatih svojega raziskovalnega dela. Namen prvega seminarja v 2. semestru je, da študent vzpostavi pregled nad ožjim področjem njegovega raziskovalnega dela. V okviru drugega seminarja v 3. semestru pa študent poroča o elementih disertabilnosti pri rezultatih svojih raziskav in okvirno opredeli temo doktorske disertacije. S tem se zagotovi dodatna časovna kontrola in zgodnji pristop k načrtovanju doktorskega predloga, kar omogoča s študijskim programom predvideno odobritev teme doktorske disertacije do konca drugega letnika.

Tema doktorske disertacije

Najpozneje v 4. semestru (predvidoma na samem začetku semestra) študent predstavi dispozicijo teme doktorske disertacije, ki jo ustrezno utemelji z elementi disertabilnosti, ter zanjo poda znanstveno hipotezo. Kreditno ovrednotenje te študijske obveznosti v iznosu 5 ECTS je pogojeno z odobritvijo teme doktorske disertacije na senatu UL. Prehod v 3. letnik je možen le z odobreno temo doktorske disertacije.

Doktorska disertacija

Doktorsko delo sestavlja raziskovalno delo (120 ECTS), delo, ki je povezano s pripravo dispozicije teme doktorske disertacije (5 ECTS), delo, ki je potrebno za izdelavo doktorske disertacije in njen javni zagovor (5 ECTS). Slednje uvrščamo med organizirane oblike študija. Doktorska disertacija je izvorni prispevek k znanosti, ki mora biti pripravljena v skladu z določili Statuta UL in pravili o doktorskem študiju. Izdelava in zagovor doktorske disertacije sta študentu omogočena ob izpolnitvi pogoja znanstvene objave najmanj dveh znanstvenih člankov s področja obravnavanega v doktorski disertaciji. Članka, od katerih je kandidat prvi avtor vsaj v enem, morata biti objavljena ali sprejeta v objavo pred zagovorom doktorata v mednarodno

priznanih revijah, ki jih indeksira SCI. Zagovor doktorske disertacije je mogoč v roku veljavnosti disertabilnosti teme skladno s Statutom UL in pravili o doktorskem študiju.

3.1.a-2 Raziskovalno delo za doktorsko disertacijo

Raziskovalno delo v skupnem obsegu 120 ECTS je usmerjeno v pripravo in izdelavo doktorske disertacije. Delo, ki poteka v različnem obsegu skozi vsa tri leta (25+40+55=120) doktorskega študija, je praviloma individualno znanstveno–raziskovalno delo, ki ga usmerja mentor. V okviru raziskovalnega dela se od študenta pričakuje aktivno udeleževanje z referatom na domačih in mednarodnih delavnicah in znanstvenih konferencah. Študentova obveznost je objava dveh znanstvenih člankov z vsebinami lastnega raziskovanja v mednarodno priznanih revijah, ki jih indeksira SCI. Pri tem mora biti prvi avtor vsaj v enem od člankov.

Mentorstvo

Pomembno vlogo pri izdelavi doktorske disertacije prevzema mentor. Mentor je oseba, ki ima ustrezen naziv visokošolskega učitelja (docent, izredni profesor, redni profesor) oziroma znanstvenega delavca in ima izkazano raziskovalno aktivnost z ustrežno znanstveno bibliografijo s področja teme doktorske disertacije. Pri raziskavah vezanih na laboratorijsko delo mora mentor študentu zagotoviti razpoložljivost raziskovalnih kapacitet oziroma raziskovalne infrastrukture.

Študent izbere mentorja po lastni presoji in na podlagi mentorjevih raziskovalnih usmeritev ob vpisu doktorskega študija. Naloga mentorja je usmerjanje študenta tekom študija (izbira predmetov, seminarjev, oblikovanje predloga dispozicije doktorske teme), strokovna podpora pri raziskovalnem delu ter zagotavljanje pogojev za delo na raziskovalni opremi, praviloma v mentorjevem laboratoriju. Študent ima pravico zamenjave mentorja do pričetka 3. semestra študija, le izjemoma in na podlagi utemeljene prošnje študenta pa tudi pozneje. Z zamenjavo mora soglašati novi mentor, spremembo pa mora odobriti Komisija za doktorski študij. Somentorstvo se priporoča v primeru interdisciplinarnosti ali večinstucionalnosti raziskav. O somentorstvu razpravlja in odloča Komisija za doktorski študij.

Mobilnost

V dogovoru z mentorjem lahko študent od predpisanih 40 ECTS strokovnih vsebin, ponujenih z izborom predmetov UL FS (Preglednica 3.3.2-a,b,c,d), izbere do 20 ECTS študijskih vsebin predmetov iz drugih programov UL in primerljivih programov drugih univerz. Študent se lahko v času študija do dva semestra izobražuje na drugi univerzi (do 60 ECTS), tako da lahko tretjino študijskih obveznosti opravi drugje.

3.2 Kreditno ovrednotenje celotnega programa in posameznih učnih enot

Kreditno ovrednotenje programa je določeno s 95. in 96. členom Statuta Univerze v Ljubljani, ki sta ga sprejela Senat in Upravni odbor Univerze v Ljubljani, dne 21.12.2004. Predstavitveni zbornik UL je dostopen na spletnem naslovu

<http://www.uni-lj.si/files/ULJ/userfiles/ulj/InternationalRelationsZacasno/WelcomeGuideFEBRUARY2006.pdf>

Tako obsega doktorski študijski program **STROJNIŠTVO** tri leta in 180 ECTS študijskih obveznosti (Preglednica 3.1.1). Obveznost kreditno ovrednotena z 1 ECTS ustreza 25 uram študentovega dela. Skupno število ur vseh študijskih obveznosti je 750 ur (30 ECTS) na semester oziroma 1500 ur (60 ECTS) na letnik. Celoten študijski program torej zahteva 4500 ur (180 ECTS) skupnih študijskih obveznosti.

Organiziranim študijskim oblikam je namenjenih 1500 ur oziroma 60 ECTS, preostalih 3000 ur oziroma 120 ECTS pa individualnemu raziskovalnemu delu za doktorsko disertacijo.

Vsi predmeti v programu so enako kreditno ovrednoteni z 10 ECTS ali 250 urami. Struktura predmetov z ozirom na posamezne organizirane oblike pouka (predavanje, seminar, vaje) je takšna, da je njihov seštevek 90 ur oziroma 36% vseh študijskih obveznosti študenta pri predmetu. Obseg predavanj je enak 30 ur za vse predmete, to je 12% študentovih obveznosti pri predmetu. Obvezna seminarja (Seminar I. in Seminar II.) sta prav tako enako kreditno ovrednotena s 5 ECTS ali 125 urami.

Delu za doktorsko disertacijo je namenjenih 3250 ur oziroma 130 ECTS, od tega obsega organizirani delež 250 ur oziroma 10 ECTS.

Podrobnejši razrez celotnega programa po analiziranih elementih je prikazan v Preglednicah 3.2.1-a,b,c.

Preglednica 3.2.1-a: Predmetnik 1. letnika

1. LETNIK	Oblika	Obveznosti v urah			Obveznosti v ECTS*		
		KU	SD	ŠO	E _{org}	E _{raz}	ECTS
1. semester							
Predmet A	ORG	90	160	250	10		10
Predmet B	ORG	90	160	250	10		10
Raziskovalno delo	RAZ	25	225	250		10	10
Skupaj 1. semester		205	545	750	20	10	30
2. semester							
Predmet C	ORG	90	160	250	10		10
Raziskovalno delo	RAZ	50	325	375		15	15
Seminar I.	ORG	25	100	125	5		5
Skupaj 2. semester		165	585	750	15	15	30
Skupaj 1. in 2. semester		370	1130	1500	35	25	60

Preglednica 3.2.1-b: Predmetnik 2. letnika

2. LETNIK	Oblika	Obveznosti v urah			Obveznosti v ECTS*		
		KU	SD	ŠO	E _{org}	E _{raz}	ECTS
3. semester							
Predmet D	ORG	90	160	250	10		10
Raziskovalno delo	RAZ	50	325	375		15	15
Seminar II.	ORG	25	100	125	5		5
Skupaj 3. semester		165	585	750	15	15	30
4. semester							
Raziskovalno delo	RAZ	75	550	625		25	25
Tema doktorske disertacije	ORG	25	100	125	5		5
Skupaj 4. semester		100	650	750	5	25	30
Skupaj 3. in 4. semester		265	1235	1500	20	40	60

Preglednica 3.2.1-c: Predmetnik 3. letnika

3. LETNIK	Oblika	Obveznosti v urah			Obveznosti v ECTS*		
		KU	SD	ŠO	E _{org}	E _{raz}	ECTS
5. semester							
Raziskovalno delo	RAZ	100	650	750		30	30
Skupaj 5. semester		100	650	750	0	30	30

6. semester

Raziskovalno delo	RAZ	75	550	625	25	25
Doktorska disertacija	ORG	25	100	125	5	5
Skupaj 6. semester		100	650	750	5	25
Skupaj 5. in 6. semester		200	1300	1500	5	55

KU - kontaktne ure (KU=P+SV+LV+mentorstvo)

SD - ure samostojnega študentovega dela

ŠO - skupna študijska obveznost

P - predavanja

SV - seminarske vaje

LV - laboratorijske vaje

ORG - organizirane oblike študija

RAZ - raziskovalno delo

E_{org} - kreditno vrednotenje organizirane oblike študija

E_{raz} - kreditno vrednotenje raziskovalnega dela

ECTS - kreditno vrednotenje študijske obveznosti

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

3.3 Seznam izbirnih predmetov z izvajalci

Izbirni predmeti so razporejeni glede na njihovo vsebino. Predmete s splošnimi vsebinami, pomembnimi za vse študente ne glede na njihovo strokovno opredelitev opredeljuje koda izbirnosti 0, medtem ko predmete z vsebinami, ki so strokovno specifične za izbrane študijske smeri v programu, opredeljujejo kode izbirnosti 1, 2, 3, kot to prikazuje Preglednica 3.3.1.

Preglednica 3.3.1: Razvrstitev predmetov glede na izbirnost P/S (program/smer)

Izbirnost	Smer v študijskem programu	Koda izbirnosti	Koda predmeta
P	vse smeri programa	0	0xx
S	konstrukcijsko mehanske inženirske znanosti	1	1xx
S	energetske, procesne in okoljske inženirske znanosti	2	2xx
S	proizvodno inženirske znanosti, kibernetika in mehatronika	3	3xx

Seznam vseh izbirnih predmetov v doktorskem študijskem programu **STROJNIŠTVO** z nosilci ter izvajalci je v skladu z njihovo vsebino in dogovorjeno klasifikacijo predstavljen v sledečih preglednicah (Preglednica 3.3.2-a,b,c,d).

Preglednica 4.5.3-a ter 3.3.2-a akreditiranega študijskega programa**Seznam skupnih izbirnih predmetov v študijskem programu**

Koda	Predmet	Nosilec	Naziv	Izvajalci	Naziv	ECTS
001	Akustika in ultrazvok	Jurij Prezelj	izr. prof.	Jurij Prezelj Janez Grum	izr. prof. prof.	10
002	Diferencialne enačbe	Aljoša Peperko	doc.	Aljoša Peperko	doc.	10
003	Eksperimentalne metode v raziskovalnem delu	Jože Kutin Drago Bračun	izr. prof.	Jože Kutin Drago Bračun	izr. prof. doc.	10
005	Kaotična dinamika	Edvard Govekar	prof.	Edvard Govekar	prof.	10
006	Linearna algebra	Janez Žerovnik	prof.	Janez Žerovnik	prof.	10
007	Metode končnih in robnih elementov	Boris Štok Nikolaj Mole	prof. doc.	Boris Štok Nikolaj Mole	prof. doc.	10
008	Nelinearna mehanika gradiv	Miha Brojan	doc.	Miha Brojan	doc.	10
009	Nevronske mreže	Edvard Govekar	prof.	Edvard Govekar Primož Potočnik	prof. doc.	10
010	Numerične metode	Boris Štok Janko Slavič	prof. izr. prof.	Boris Štok Janko Slavič	prof. izr. prof.	10

011	Numerične metode v dinamiki fluidov	Božidar Šarler	prof.	Božidar Šarler	prof.	10
012	Numerično modeliranje sklopljenih sistemov	Boris Štok Božidar Šarler Nikolaj Mole	prof. prof. doc.	Boris Štok Božidar Šarler Nikolaj Mole	prof. prof. doc.	10
013	Optimizacijske metode	Janez Žerovnik	prof.	Janez Žerovnik	prof.	10
014	Sinergetika	Edvard Govekar	prof.	Edvard Govekar	prof.	10
015	Teorija gradiv	Janez Grum	prof.	Janez Grum Roman Šturm	prof. prof.	10
016	Teorija turbinskih strojev	Brane Širok	prof.	Brane Širok Mihael Sekavčnik	prof. prof.	10
018	Verjetnost in matematična statistika	Aljoša Peperko	doc.	Aljoša Peperko	doc.	10
019	Uporabna statistika v tehniki	Edvard Govekar	prof.	Edvard Govekar	prof.	10

Seznam izbirnih predmetov v smeri: Konstrukcijsko mehanske inženirske znanosti

Koda	Predmet	Nosilec	Naziv	Izvajalci	Naziv	ECTS
101	Akustična emisija in hrup	Jurij Prezelj	izr. prof.	Jurij Prezelj	izr. prof.	10
102	Dinamika in vibracije	Miha Boltežar	prof.	Miha Boltežar	prof.	10
103	Dinamika sistemov teles	Miha Boltežar	prof.	Miha Boltežar	prof.	10
104	Eksperimentalna mehanika	/		/		10
105	Inženiring kontaktnih površin	Mitjan Kalin Janez Grum	prof. prof.	Mitjan Kalin Janez Grum Roman Šturm	prof. prof. prof.	10
106	Karakterizacija polimernih materialov	/		/		10
107	Lomna mehanika	/		/		10
108	Mehanika leta	Tadej Kosel	izr. prof.	Tadej Kosel	izr. prof.	10
109	Mehanizmi	Ivan Prebil	prof.	Ivan Prebil	prof.	10
110	Nelinearna nihanja struktur	Miha Boltežar	prof.	Miha Boltežar	prof.	10
111	Obratovalna trdnost	Marko Nagode	prof.	Marko Nagode Jernej Klemenc	prof. izr. prof.	10
112	Razvojni postopki v letalstvu	Tadej Kosel	izr. prof.	Tadej Kosel	izr. prof.	10
114	Stabilnost	Miha Brojan	doc.	Miha Brojan	doc.	10
115	Tehnična diagnostika	Mitjan Kalin	prof.	Mitjan Kalin	prof.	10
116	Tehnični informacijski sistemi	Jožef Duhovnik Jože Tavčar	prof. izr. prof.	Jožef Duhovnik Jože Tavčar	prof. izr. prof.	10
117	Teorija konstruiranja	Jožef Duhovnik Roman Žavbi	prof. izr. prof.	Jožef Duhovnik Roman Žavbi	prof. izr. prof.	10
118	Teorija termoplastičnosti	Boris Štok Miroslav Halilovič	prof. doc.	Boris Štok Miroslav Halilovič	prof. doc.	10
119	Teorija viskoelastičnosti	/		/		10
120	Transportni sistemi in logistika	Jožef Duhovnik	prof.	Jožef Duhovnik	prof.	10
121	Tribologija	Mitjan Kalin	prof.	Mitjan Kalin	prof.	10

Seznam izbirnih predmetov v smeri: Energetske, procesne in okoljske inženirske znanosti

Koda	Predmet	Nosilec	Naziv	Izvajalci	Naziv	ECTS
201	Ekologija delovnega in bivalnega okolja	Vincenc Butala	prof.	Vincenc Butala	prof.	10
202	Eksperimentalno modeliranje v energetskem strojništvu	Branko Širok	prof.	Branko Širok	prof.	10
203	Izboljšani prenos toplote	Iztok Golobič	prof.	Iztok Golobič	prof.	10
204	Modeliranje motorjev z notranjim zgorevanjem	Tomaž Katrašnik	prof.	Tomaž Katrašnik	prof.	10
205	Ogrevanje in hlajenje	Alojz Poredoš Vincenc Butala	prof. prof.	Alojz Poredoš Vincenc Butala	prof. prof.	10

206	Prenos toplote in snovi	Alojz Poredoš	prof.	Alojz Poredoš Andrej Kitanovski Iztok Golobič	prof. izr. prof. prof.	10
207	Teorija zgorevanja	Andrej Senegačnik Vincenc Butala	izr.prof. prof.	Andrej Senegačnik Vincenc Butala	izr. prof. prof.	10
208	Termoenergetska analiza procesov	Andrej Senegačnik	izr.prof.	Andrej Senegačnik	izr. prof.	10
209	Termoenergetski sistemi	Mihael Sekavčnik	prof.	Mihael Sekavčnik	prof.	10
210	Večfazni tok	Božidar Šarler	prof.	Božidar Šarler	prof.	10

Seznam izbirnih predmetov v smeri: Proizvodno inženirske znanosti, kibernetika in mehatronika

Koda	Predmet	Nosilec	Naziv	Izvajalci	Naziv	ECTS
301	Izbrana poglavja iz proizvodnih sistemov	Janez Kušar	izr. prof.	Janez Kušar	izr. prof.	10
302	Izbrana poglavja iz tehnične kibernetike	Primož Podržaj	izr. prof.	Primož Podržaj	izr. prof.	10
303	Kompleksni mehatronski sistemi	Janez Diaci	prof.	Janez Diaci	prof.	10
304	Laserska tehnika	Janez Diaci Matija Jezeršek	prof. izr. prof.	Janez Diaci Matija Jezeršek	prof. izr. prof.	10
305	Neporušno testiranje materialov in konstrukcij	Janez Grum	prof.	Janez Grum	prof.	10
306	Obdelovalni stroji	Peter Krajnik	izr. prof.	Peter Krajnik Pepelnjak Tomaž	izr. prof. izr. prof.	10
307	Operacijske raziskave	Janez Žerovnik	prof.	Janez Žerovnik	prof.	10
308	Optimiranje obdelovalnih tehnologij	Franci Pušavec	izr. prof.	Franci Pušavec Davorin Kramar	izr. prof. izr. prof.	10
309	Posebni postopki obdelave	Joško Valentinčič	izr. prof.	Joško Valentinčič	izr. prof.	10
310	Procesi odrezavanja	Tomaž Pepelnjak	izr. prof.	Tomaž Pepelnjak	izr. prof.	10
311	Procesi preoblikovanja gradiv	Pepelnjak Tomaž	izr. prof.	Pepelnjak Tomaž	izr. prof.	10
312	Procesi varjenja	Janez Tušek	prof.	Janez Tušek Damjan Klobčar	prof. doc.	10
313	Računalniško integrirani obdelovalni in delovni sistemi CIM/FMS	Peter Butala	prof.	Peter Butala Drago Bračun	prof. doc.	10
314	Sistemi kakovosti	Drago Bračun	doc.	Drago Bračun	doc.	10
315	Sistemi planiranja in vodenja proizvodnje	Janez Kušar	izr. prof.	Janez Kušar	izr. prof.	10
316	Sočasno inženirstvo	Janez Kušar	izr. prof.	Jožef Duhovnik Janez Kušar	prof. izr. prof.	10
317	Inteligentni strežni in montažni sistemi	Niko Herakovič	prof.	Niko Herakovič	prof.	10
318	Toplotna obdelava in oplemenitenje površin	Janez Grum	prof.	Janez Grum	prof.	10
319	Varjenje, rezanje in navarjanje z visoko gostoto energije	Janez Tušek	prof.	Janez Tušek	prof.	10

Učni načrti posameznih predmetov so predstavljeni v poglavju 5.

3.4 Seznam izvajalcev programa z znanstvenimi referencami

Visokošolski učitelji, ki bodo sodelovali pri izvajanju doktorskega študijskega programa **STROJNIŠTVO**, izkazujejo z znanstvenimi referencami (število objav v revijah po SCI, število citatov in normiranih citatov) zahtevano kompetentnost na znanstveno–raziskovalnem področju. Seznam vseh izvajalcev programa z referencami ter njihovim statusom podajajo preglednice 3.4.1-a,b,c,d.

Preglednica 3.4.1-a: Visokošolski učitelji - izvajalci programa s številom SCI člankov in citiranostjo

	Izvajalec	Naziv	Citati		Članki
			čisti	normirani	
1	Bajsić Ivan	izr. prof.	34	55	30
2	Boltežar Miha	prof.	76	126	42
3	Butala Peter	prof.	20	53	7
4	Butala Vincenc	prof.	14	33	19
5	Čudina Mirko	prof.	10	22	43
6	Diaci Janez	prof.	61	97	28
7	Duhovnik Jožef	prof.	30	63	35
8	Emri Igor	prof.	303	579	41
9	Fajdiga Matija	prof.	59	117	42
10	Golobič Iztok	prof.	35	67	22
11	Govekar Edvard	prof.	144	263	35
12	Grum Janez	prof.	92	177	129
13	Herakovič Niko	izr. prof.	4	5	5
14	Junkar Mihael	prof.	14	21	30
15	Kampuš Zlatko	izr. prof.	44	83	14
16	Kopač Janez	prof.	176	385	76
17	Kosel Franc	prof.	107	225	65
18	Kosel Tadej	izr. prof.	17	29	13
19	Kramar Janez	izr. prof.	4	7	13
20	Kuzman Karl	prof.	61	140	29
21	Možina Janez	prof.	96	122	65
22	Nagode Marko	prof.	48	96	22
23	Oman Janez	prof.	26	42	20
24	Perman Mihael	izr. prof.	103	152	8
25	Petrišič Jože	izr. prof.	2	2	12
26	Podgornik Bojan	izr. prof.	172	234	45
27	Podržaj Primož	doc. dr.	9	14	8
28	Poredoš Alojz	prof.	48	81	23
29	Prebil Ivan	prof.	15	24	18
30	Sekavčnik Mihael	prof.	10	20	15

31	Senegačnik Andrej	izr. prof.	11	22	10
32	Sluga Alojzij	prof.	21	57	15
33	Soković Mirko	prof.	122	263	63
34	Starbek Marko	prof.	10	21	21
35	Širok Brane	prof.	27	35	59
36	Štok Boris	prof.	16	30	25
37	Trenc Ferdinand	prof.	14	21	33
38	Tušek Janez	prof.	76	160	54
39	Vižintin Jožef	prof.	245	367	76
40	Žavbi Roman	izr. prof.	13	30	5
41	Žerovnik Janez	prof.	119	157	62
42	Žun Iztok	prof.	256	402	25

Preglednica 3.4.1-b: Znanstveni delavci - izvajalci programa s številom SCI člankov in citiranostjo

	Izvajalec	Naziv	Citati		Članki
			čisti	normirani	
1	Kalin Mitjan	prof.	173	265	52
2	Klemenc Jernej	izr. prof.	15	26	8
3	Potočnik Primož	doc. dr.	54	98	9
4	Tavčar Jože	izr. prof.	17	31	11

Preglednica 3.4.1-c: Zunanji sodelavci - izvajalci programa s številom SCI člankov in citiranostjo

	Izvajalci Zunanji sodelavci	Naziv	Citati		Članki
			čisti	normirani	
1	Zadnik-Stirn Lidija	prof.			

Preglednica 3.4.1-d: Sodelavci iz tujine - izvajalcev programa z znanstvenimi referencami

	Izvajalec	Naziv	Citati		Članki
			čisti	normirani	
1	Bergles Arthur E.	prof.			
2	Tomiyama Akio	prof.	213		38
3	Voloshin Arkady	prof.			

4. Pogoji in merila

4.1 Pogoji za vpis

Na doktorski študijski program **STROJNIŠTVO** se lahko v skladu z 38.a členom ZViS ter 16. členom prehodnih in končnih določb - ZViS-E (Ur.l. RS št. 119/20.11.2006) vpišejo kandidati, ki so zaključili:

- študijski program druge stopnje (bolonjski magisterij)
- študijski program za pridobitev univerzitetne izobrazbe (stari programi)
- študijski program za pridobitev specializacije naravoslovno-tehničnih usmeritev, ki so pred tem končali visokošolski strokovni program. Za izravnavo vstopnega znanja kandidatom pred vpisom v doktorski študijski program Komisija za doktorski študij UL FS določi glede na nameravano področje doktorskega izobraževanja dodatne obveznosti v obsegu 30 ECTS, skladno z opredelitvijo vsebin v Preglednici 4.1.1
- študijski program za pridobitev magisterija znanosti (stari programi). Tem kandidatom se v doktorskem študijskem programu priznajo študijske obveznosti v obsegu 60 ECTS.

Na doktorski študij se lahko vpišejo tudi diplomanti tujih univerz. Enakovrednost predhodno pridobljene izobrazbe v tujini se ugotavlja v postopku priznavanja tujega izobraževanja za nadaljevanje izobraževanja, skladno s Statutom UL.

Obrazci dokumentov iz 9. člena *Meril za kreditno vrednotenje študijskih programov po ECTS*: študentova prošnja/prijava, sporočilo o opravljenih študijskih obveznostih in študijska pogodba so dostopni na spletnem naslovu http://www.uni-lj.si/bolonjski_proces/dokumenti.aspx

Preglednica 4.1.1: Dodatne obveznosti za izravnavo vstopnega znanja

Konstrukcijsko mehanske inženirske znanosti	ECTS
1. Tehnična kibernetika	6
2. Naključni pojavi	6
3. Višja trdnost	6
4. Višja dinamika	6
5. Mehanika fluidov	6
Energetske, procesne in okoljske inženirske znanosti	ECTS
1. Tehnična kibernetika	6
2. Naključni pojavi	6
3. Dinamika tekočin	6
4. Prenos toplote in snovi	6
5. Termodinamika zmesi	6
Proizvodno inženirske znanosti, kibernetika in mehatronika	ECTS
1. Tehnična kibernetika	6
2. Naključni pojavi	6
3. Toplotna obdelava	6
4. Nekonvencionalni procesi	6
5. Proizvodni sistemi	6

4.2 Merila za izbiro ob omejitvi vpisa

Število vpisnih mest je 60. V primeru prekoračitve tega števila bo izbor kandidatov temeljil na uspehu pri predhodnem študiju, preverbi znanja pri izbirnem pisnem izpitu in morebitnih dosežkih na znanstvenem in strokovnem področju, in sicer upošteva je naslednje deleže:

- povprečna ocena študija (15 %),
- ocena diplomske ali magistrske naloge (5 %) in
- uspeh pri izbirnem pisnem izpitu (80 %).

Izbrani bodo kandidati z večjim skupnim številom zbranih točk. Na seznam sprejetih kandidatov se uvrstijo še vsi kandidati z enakim številom točk, kot jih bo dosegel zadnji kandidat glede na število razpisanih vpisnih mest.

Vsebina izbirnega pisnega izpita je opredeljena glede na nameravano področje doktorskega izobraževanja. Kandidat lahko do 60% deleža, ki odpade na izbirni pisni izpit, nadomesti z oceno dosedanjega znanstvenega in strokovnega dela na področju študijskega programa. Za kandidata, ki uveljavlja dosežke na znanstvenem in strokovnem področju, Komisija za doktorski študij opredeli kolikšen delež se mu od maksimalno 60% deleža, ki odpade na izbirni pisni izpit, upošteva ter s tem določi v kolikšnem deležu mora kandidat opravljati izbirni pisni izpit.

Vrednost del, na osnovi katerih kandidat uveljavlja uspešnost na znanstvenem in strokovnem področju, Komisija za doktorski študij oceni v skladu z naslednjimi merili:

Glavna merila za znanstveno delo predstavljajo objave s širšega področja, na katerega se študent prijavlja, kot so:

- znanstvena monografija (do 40 točk, ekvivalent 50% deleža izpita),
 - samostojni znanstveni sestavek v monografiji (do 32 točk, ekvivalent 40% deleža izpita)
- in
- izvirni znanstveni članki v revijah s faktorjem vpliva (JCR) ali v revijah, indeksiranih v podatkovnih zbirkah SCI, SSCI ali A&HCI (do 20 točk, ekvivalent 25% deleža izpita).

Glavna merila za strokovno delo predstavljajo:

- strokovna monografija ali recenzenstvo (do 20 točk, ekvivalent 25% deleža izpita),
- samostojni strokovni sestavek v monografiji (do 12 točk, ekvivalent 15% deleža izpita)
- objavljeni strokovni prispevki na konferencah (do 4 točk, ekvivalent 5% deleža izpita)
- strokovni članki in/ali recenzenstvo teh člankov (do 4 točk, ekvivalent 5% deleža izpita)
- uredništvo monografije ali revije (do 8 točk, ekvivalent 10% deleža izpita) in
- druge oblike dokumentirane strokovne dejavnosti (do 8 točk, ekvivalent 10% deleža izpita), pri čemer v oklepaju navedene točke opredeljujejo maksimalno možno oceno posamične bibliografske enote in njen delež. Ocena izkazane uspešnosti na znanstvenem in strokovnem področju je maksimirana z 48 točkami, kar ustreza 60% deležu, ki odpade na izbirni pisni izpit.

V skladu s postavljenimi elementi za izbiro bo kandidatova uspešnost ovrednotena na način, kot ga prikazuje Preglednica 4.2.1. Maksimalno število točk je 100.

Preglednica 4.2.1: Elementi vrednotenja uspešnosti

Razvrstitev in opredelitev elementov vrednotenja	Dosežena uspešnost	Maksimalna uspešnost
Povprečna ocena študija (oceni se samo ena postavka)		15 točk
Povprečna ocena (brez diplome) na dodiplomskem študiju (stari programi)	ocena x 1.5 točk	
Povprečna ocena (brez diplome) I. in II. stopnje (bolonjski programi)	ocena x 1.5 točk	
Povprečna ocena na podiplomskem študiju za pridobitev magisterija znanosti (stari programi)	ocena x 1.5 točk	

Ocena diplomske ali magistrske naloge (oceni se samo ena postavka)		5 točk
Diplomsko delo in zagovor z oceno 8 ali več	ocena x 0.5 točk	
Magistrsko delo	5 točk	
Uspeh pri izbirnem pisnem izpitu (oceno sestavljata oceni pisnega izpita (delež A%) in morebitnih dosežkov na znanstvenem in strokovnem področju (delež B%))		80 točk
Ocena izbirnega pisnega izpita (delež A%, max A%=100, min A%=40) Delež A% določen glede na priznani delež B%, tako da je $A\% + B\% = 100$	ocena v točkah	A% x 0.8 točk
Ocena dosežkov na znanstvenem in strokovnem področju v dogovorjenem deležu B%. (max B%=60, min B%=0)	ocena v točkah	B% x 0.8 točk

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

Znanja in spretnosti, pridobljene s formalnim, neformalnim ali izkustvenim učenjem pred vpisom v doktorski študijski program, se bodo skladno z Merili za akreditacijo študijskih programov priznavale pri izbiri ob omejitvi vpisa (Preglednica 4.2.1). O priznavanju znanj in spretnosti, ki jih je kandidat pridobil pred vpisom v program, bo na podlagi pisne prošnje kandidata in priloženih dokazil (spričeval in drugih listin), ki dokazujejo uspešno pridobljeno znanje ter vsebino teh znanj, odločala Komisija za doktorski študij.

Kandidatu se ob vpisu v doktorski študijski program obseg ter vsebina tovrstnih znanj in spretnosti ovrednoti po sistemu ECTS in po presoji Komisije za doktorski študij prizna kot opravljena študijska obveznost v programu.

Pri priznavanju tovrstnih znanj in spretnosti se upoštevajo:

- strokovna specializacija,
- druga diploma visokošolskega zavoda, ki se tematsko navezuje na področje doktorskega študija,
- objavljena znanstvena dela, patenti ipd., s področja, na katerega se študent prijavlja
- strokovna izpopolnjevanja, ki jih je mogoče kreditno ovrednotiti.

4.4 Načini ocenjevanja

V skladu s 138. členom Statuta UL se uspeh na izpitu ocenjuje z ocenami od 1-10, pri čemer za pozitivno oceno šteje ocena od 6 – 10. Podrobnosti glede preverjanja znanja ureja Pravilnik o preverjanju in ocenjevanju znanja študenta UL FS.

Po programu bodo izpiti pisni ali ustni, ocena pa je lahko v celoti pridobljena tudi s seminarskimi nalogami ali projekti, pri katerih se ocenjuje tudi priprava in ustna predstavitev. Podrobneje so načini ocenjevanja navedeni pri posameznih učnih načrtih predmetov.

Študentu se v celoti prizna predvideno število kreditnih točk (ECTS) za predmet (učno enoto), če uspešno opravi preverjanje znanja pri tem predmetu (učni enoti).

4.5 Pogoji za napredovanje po programu

Pogoj za napredovanje iz 1. v 2. letnik doktorskega študijskega programa **STROJNIŠTVO** so opravljene študijske obveznosti v obsegu najmanj 50 ECTS.

V 3. letnik se lahko vpišejo študenti, ki so opravili vse študijske obveznosti pri organiziranih oblikah študija iz 1. in 2. letnika ter imajo odobreno temo doktorske disertacije.

Zadnji, 3. letnik, je namenjen individualnemu raziskovalnemu delu in izdelavi ter zagovoru doktorske disertacije.

V primeru, da študent zaradi upravičenih razlogov ni opravil študijskih obveznosti, mora na Komisijo za doktorski študij vložiti prošnjo za mirovanje statusa. Prošnji mora priložiti dokumentirano dokazilo o razlogih za mirovanje statusa.

4.6 Določbe o prehodih med programi

Za prehod med programi se šteje prenehanje študentovega izobraževanja v študijskem programu, v katerega se je vpisal in nadaljevanje izobraževanja v Doktorskem študijskem programu tretje stopnje STROJNIŠTVO, v katerem se del študijskih obveznosti ali vse študijske obveznosti, ki jih je študent že opravil v prvem študijskem programu, priznajo kot opravljene. Pri tem je potrebno upoštevati, da so prehodi možni le med študijskimi programi, ki ob zaključku zagotavljajo pridobitev primerljivih kompetenc. Prošnje kandidatov za prehod v Doktorski študijski program tretje stopnje STROJNIŠTVO in obseg priznanih študijskih obveznosti v študijskem programu bo individualno obravnavala Komisija za doktorski študij, skladno s 181. do 189. členom Statuta UL ter Pravilnikom FS o pogojih prehoda med študijskimi programi.

V skladu z Merili za prehode med študijskimi programi se kandidat lahko vključi v študij na Doktorski študijski program tretje stopnje STROJNIŠTVO, v kolikor se mu prizna vsaj polovica obveznosti po ECTS iz prvega študijskega programa, ki se nanašajo na obvezne predmete Doktorskega študijskega programa tretje stopnje STROJNIŠTVO.

Če je kandidatu v postopku priznavanja zaradi prehoda priznanih vsaj toliko in tiste kreditne točke, ki so pogoj za vpis v višji letnik Doktorskega študijskega programa tretje stopnje STROJNIŠTVO, se kandidatu dovoli vpis v višji letnik Doktorskega študijskega programa tretje stopnje STROJNIŠTVO.

4.7 Pogoji za dokončanje študija

Pogoj za dokončanje študija in pridobitev znanstvenega naslova doktor/doktorica znanosti je, da kandidat uspešno opravi vse s programom določene študijske obveznosti v obsegu 180 kreditnih točk po ECTS in uspešno zagovarja doktorsko disertacijo.

Obveznost doktoranda je objava dveh znanstvenih člankov z vsebinami lastnega raziskovanja v mednarodno priznanih revijah, ki jih indeksira SCI. Doktorand mora biti pri tem prvi avtor vsaj v enem od člankov. Članka morata biti objavljena ali sprejeta v objavo pred zagovorom doktorske disertacije.

4.8 Pogoji za dokončanje posameznih delov programa

Možnosti za dokončanje posameznih delov doktorskega študijskega programa ni. Program se izvaja in obravnava kot celota.

4.9 Navedba strokovnega oz. znanstvenega naslova

Doktorski študijski program **STROJNIŠTVO** omogoča pridobitev znanstvenega naslova doktor/doktorica znanosti.

5. Predstavitev posameznih predmetov

	Predmet Opis vsebine Temeljna literatura
001	<p>AKUSTIKA IN ULTRAZVOK</p> <p>Uvod: Teoretične osnove in glavne značilnosti slišne akustike in ultrazvoka. Seznam priporočene literature.</p> <p>Širjenje akustičnega valovanja v neomejeni tekočini brez dušenja. Značilnosti valovnih enačb, energija akustičnih valov. Akustična impedanca. Akustične veličine in ravni.</p> <p>Širjenje akustičnih valov v neomejeni elastični snovi brez dušenja. Razne oblike valovanj.</p> <p>Odboj zvoka. Odboj in lom ravnega zvočnega vala na mejni ravnini v tekočini in elastičnem sredstvu, odboj na krogli. Posebnosti sferičnega in cilindričnega valovanja.</p> <p>Sevanje zvoka iz točkastih, linijskih in površinskih virov. Splošna metoda opisa virov zvoka, poenostavljene splošne formule, karakteristike sevalnega polja, razni primeri. Akustična okolica.</p> <p>Sipanje zvoka na prepreki. Splošna metoda opisa sipanja zvoka, različni primeri za tekočine in trdne snovi, povezava z defektoskopijo.</p> <p>Zvočno valovanje kot posledica vzbujanja strukture s silo in z zvočnim valovanjem.</p> <p>Zvok v sredstvih z dušenjem. Dušenje v plinih in tekočinah ter trdnih snoveh, vplivi raznih fizikalnih parametrov.</p> <p>Zvok v omejenih sredstvih in valovodih. Rešitve valovnih enačb za eno- in dvodimenzionalne primere.</p> <p>Stojna valovanja in disperzija valov. Gostota energijskega spektra.</p> <p>Nelinearni efekti. Uporaba močnega zvoka in ultrazvoka v tehniki in medicini.</p> <p>Uvod v ultrazvočno defektoskopijo in analizo akustične emisije. Senzorji in aktuatorji, inštrumenti za analizo zvočnih in ultrazvočnih pojavov.</p> <p>[1] Čudina M.: Tehnična akustika, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2001.</p> <p>[2] Čudina M.: Pumps and pumping system noise and vibration prediction and control. Handbook of noise and vibration control. Edited by M.J. Crocker. John Wiley & Sons. 2007.</p> <p>[3] Möser M.: Technical Acoustics, Springer, Berlin, 2004.</p> <p>[4] Kuttruff H.: Akustik, Eine Einführung, Hirzel Stuttgart, 2004.</p> <p>[5] Hylton B., Farrant M.P.: Basic Ultrasound. John Wiley & Sons, 1995.</p> <p>[6] Schömerr L., Song S.J.: Ultrasonic Nondestructive Evaluation Systems: Models and Measurements, 2007. Springer; 1 edition, 2007.</p> <p>[7] Abramov O.V.: High-Intensity Ultrasonics: Theory and Industrial Applications by O V Abramov. CRC; 1 edition, 1999.</p> <p>[8] Rose J. L.: Ultrasonic Waves in Solid Media, Cambridge University Press, 2004.</p> <p>[9] Subramanian C.V.: Practical Ultrasonics, Alpha Science International, Ltd, 2006.</p> <p>[10] Cheeke J.D.N.: Fundamentals and Applications of Ultrasonic Waves (Pure and Applied Physics), CRC; 1 edition, 2002.</p> <p>[11] Miller R.K., McIntire P.: Nondestructive Testing Handbook, Third edition, Vol. 6, Acoustic Emission Testing, American Society for Nondestructive Testing, Inc., 2005.</p> <p>[12] Birks A.S., Green R.E., McIntire P.: Nondestructive Testing Handbook, 3rd edition, Vol. 7, Ultrasonic Testing, American Society for Nondestructive Testing, Inc., 2007.</p>
002	<p>DIFERENCIALNE ENAČBE</p> <p>Linearne diferencialne enačbe: struktura rešitev, linearne diferencialne enačbe v kompleksnem, specialne funkcije.</p> <p>Robni problemi: definicija, zgledi pri navadnih linearnih diferencialnih enačbah drugega reda, lastna vrednost in lastni vektor, ortonormirani sistemi funkcij, Legendrovi polinomi, polinomi Čebiševa prvega in drugega reda, cilindrske funkcije, sferne funkcije.</p> <p>Parcialne diferencialne enačbe: definicija, fizikalne parcialne diferencialne enačbe drugega reda, hiperboličnega, paraboličnega in eliptičnega tipa, valovna enačba v mehaniki in</p>

	<p>elektromagnetiki, enačba prenosa toplote, Poissonova formula in Fourierjeva metoda, Dirichletov in Neumannov robni problem.</p> <p>[1] E. Zakrajšek, Analiza III, Društvo matematikov, fizikov in mehanikov, 1998.</p> <p>[2] W. Walter, Ordinary differential equations, Springer, 1998.</p> <p>[3] L. C. Evans, Partial Differential Equations, American Mathematical Society, 1998.</p> <p>[4] E. Zakrajšek, Analiza IV, Društvo matematikov, fizikov in mehanikov, 1998.</p> <p>[5] S. J. Farlow, Partial Differential Equations for Scientists and Engineers, Dover, 1993.</p>
003	<p>EKSPERIMENTALNE METODE V RAZISKOVALNEM DELU</p> <p>Zgradba in funkcijski opis merilnih sistemov. Temeljni elementi merilnih sistemov. Delovne značilnice instrumentov. Manipulacija, prenos in zapis merjenih vrednosti. Sistemi za zapis in prikaz merjenih vrednosti. Veliki sistemi za zajemanje in vrednotenje merjenih vrednosti. Avtomatizacija eksperimentalnega dela. Pristop k eksperimentalnemu delu. Metode in pomen načrtovanja preizkusov. Metrološka analiza izmerjenih vrednosti in prikaz rezultatov.</p> <p>[1] Montgomery, D.C.: Design and analysis of experiments.- 5th ed., J. Wiley., 2001.</p> <p>[2] Barney, George C.: Intelligent instrumentation: microprocessor applications in measurement and control.- 2nd ed.- New York: Prentice Hall, 1988</p> <p>[3] Holman, J.P.: Experimental methods for engineers.- 7th ed.- Boston etc.: McGraw-Hill, cop. 2001.- (McGraw-Hill series in mechanical engineering).</p> <p>[4] Boyes, W.: Instrumentation Reference Book, 3rd ed., Elsevier, 2003.</p> <p>[5] Dietrich, C.F.: Uncertainty, calibration and probability: the statistics of scientific and industrial measurement.- 2nd ed.- Bristol [etc.]: Adam Hilger, 1991.</p>
004	<p>ELASTO IN TERMOMEHANIKA</p> <p>Vektorski in tenzorski zapis polja premikov. Deformacijski in napetostni tenzor. Energijski izreki. Reologija. Hookov zakon. Posebna napetostna stanja. Robni in začetni problemi. Torzija. Upogib. Energijska enačba in disipativna deformacijska stanja. Temperaturno polje v enoosnih in dvoosnih elementih. Robni in začetni pogoji za temperaturno polje. Termodinamične osnove termoelastičnosti. Osnovne enačbe dinamične teorije termoelastičnosti.</p> <p>Vpliv ortotropije in anizotropije na termoelastično stanje. Termoelastičnost eno, dvo in trodimenzijskih konstrukcijskih elementov. Termoplastičnost konstrukcijskih elementov. Termomehanski osnosimetrični problemi. Temperaturne dilatacije. Vpliv topologije konstrukcijskih elementov in toplotnih strojev na pojav in širjenje razpok zaradi dinamičnega temperaturnega polja. Vpliv faznih transformacij na termomehansko stanje konstrukcijskih elementov. Termomehansko stanje elementov izdelanih iz gradiv z oblikovnim spominom. Posebni problemi in pojav širjenje razpok v kompozitnih in heterogenih gradivih zaradi vpliva statičnega in dinamičnega temperaturnega polja.</p> <p>[1] Salençon, Jean: Handbook of continuum mechanics : general concepts, thermoelasticity, Springer, 2001</p> <p>[2] Amenzade, Ju.A.: Teorija uprugosti, Visšaja škola, 1971</p> <p>[3] Kovalenko, A.D.: Osnovi termoprugosti, Akad. Nauk., 1970</p> <p>[4] Nowacki, W.: Thermoelasticity, Pergamon Press, 1986</p> <p>[5] Sevčenko, Ju.N., Savčenko, B.G.: Termovjzokoplastičnost, Naukova Dumka, 1987</p>
005	<p>KAOTIČNA DINAMIKA</p> <p>Uvod: Opredelitev pojma kaotičnosti in lastnosti kaotičnih sistemov, Pregled zgodovine kaotične dinamike, Pomen in uporaba kaotične dinamike v tehniki</p> <p>Osnove nelinearnih dinamskih sistemov: Fazni prostor in atraktor stanj, Tokovi eno in dvodimenzionalnih dinamskih sistemov v faznem prostoru, Fiksne točke, centri, stabilnost in bifurkacije, Cilindrični fazni prostor, kvazi periodično gibanje in torus, Nelinearni limitni cikel</p> <p>Kaotični sistemi: Osnovne lastnosti kaotičnih sistemov: Potrebni pogoji kaotičnosti občutljivost na začetne pogoje,</p>

	<p>Čudni atraktor, Fraktalna struktura, Poti v kaos: logistična preslikava in podvajanje periode, univerzalne karakteristike, razvoj kaosa s prekinitvami, kvazi-periodični prehod v kaos</p> <p>Karakterizacija kaotičnih sistemov: Časovni poteka fazne spremenljivke, Avtokorelacija in Fourierov spekter, Poincarejeva preslikava, Dinamske karakteristike: Ljapunov spekter, Entropija kolmogorova, Fraktalni koncepti in fraktalna dimezija atraktorja, Mere fraktalne dimenzije.</p> <p>Pregled sistemov s kaotično dinamiko: Matematični modeli kaotičnih sistemov, Termična konvekcija v tekočinah, Nihanja nosilcev, sistemi s trki, kaos v vzbujanih sistemih, Nestabilnosti in kaotičnost obdelovalnih procesov, Primeri eksperimentalni kaotični sistemov</p> <p>Nelinearna analiza časovnih vrst: Stacionarnost, Rekonstrukcija atraktorja: dimenzionalnost vložitvenega prostora in atraktorja, Modeliranje in predikcija kaotičnih časovnih vrst.</p> <p>Napredne vsebine Napredne metode rekonstrukcije faznega prostora, Kaos in šum, Prostorsko-časovni kaos, Kontrola kaosa</p> <p>[1] Strogatz, S. H.: Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry and engineering.- Reading [etc.]: Addison-Wesley, 1994.- [2] Anastasios A. Tsonis: Chaos: From Theory to Applications, Plenum Press, NY, 1992 [2] Moon, F.: Chaotic and fractal dynamics, an introduction for applied scientists and engineers.- New York [etc.]: J. Wiley & Sons, 1992.) [3] Paul S Addison: Fractals and Chaos an Illustrated Course, IOP Publishing 1997 [4] Kantz, H., Schreiber, T.: Nonlinear time series analysis.- New York: Cambridge University Press, 1997.- (Cambridge nonlinear science series; 7) [5] H. D. I. Abarbanel: Analysis of Observed Chaotic Data, Springer, 1996 [6] Heiger R, Kantz, H., Schreiber, TISEAN-Nonlinear time series analysis,- software package http://www.mpipks-dresden.mpg.de/~tisean/</p>
006	<p>LINEARNA ALGEBRA</p> <p>Geometrija končno razsežnih vektorskih prostorov: polji realnih in kompleksnih števil, baze in dimenzija, podprostor, dualni prostor, dualne baze, reflektivnost, bilinearne forme. Linearne transformacije: linearni operaciji z linearnimi transformacijami, produkt linearnih transformacij, jedro in množica vrednosti, inverzne transformacije, matrice kot koordinatni predstavniki linearnih transformacij, projekcije, adjungirane transformacije, sprememba koordinat vektorjev pri spremembi baze, sprememba matrice linearne transformacije pri spremembi baze, podobnost, lastne vrednosti, trikotna oblika, nilpotentne transformacije, Jordanova oblika. Evklidski in unitarni prostori: skalarni produkt v realnih in kompleksnih vektorskih prostorih, ortogonalnost, ortonormirane baze, ortogonalni komplement, linearni funkcionali, naravni izomorfizem, sebi adjungirane transformacije, pozitivne transformacije, sprememba ortogonalnih baz, ortogonalne projekcije, karakterizacija spektra in spektralni izrek, unitarne in normalne transformacije, ortogonalne transformacije, funkcije transformacij, polarna dekompozicija, komutativnost sebi adjungiranih transformacij, sebi adjungirane transformacije z rangom ena.</p> <p>[1] S. Lipschutz, M.L. Lipson, Schaum's outline of theory and problems of linear algebra, 4th ed., New York [etc.]: McGraw-Hill, 2009. [2] Meyer, Carl D. (February 15, 2001), <i>Matrix Analysis and Applied Linear Algebra</i>, Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM). Available online at http://www.matrixanalysis.com/DownloadChapters.htm [3] I.Vidav in soavtorji, Višja Matematika II, DZS 1975. [4] P.R. Halmos: Finite-dimensional vector spaces.- New York: Springer, 1974.</p>
007	<p>METODE KONČNIH IN ROBNIH ELEMENTOV</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matematične osnove: Definicija Hilbertovega prostora: metrika v Hilbertovem prostoru. Ortogonalni in ortonormirani sistemi funkcij v prostoru kvadratično integrabilnih funkcij.

	<p>Lastnosti linearnega operatorja.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matematično modeliranje: Definiranje robnega in začetnega problema v fiziki trdnih teles. Fizikalno matematične povezave med primarnimi in sekundarnimi spremenljivkami. Bistveni in naravni robni pogoji. Možnosti analitičnega reševanja. • Integralske formulacije: Formuliranje robnega problema v integralski obliki. Osnovna, šibka in inverzna oblika integralske formulacije. Stavek o stacionarni vrednosti kvadratičnega funkcionala. • Aproksimativno reševanje: Postopki aproksimativnega reševanja operatorske enačbe $A \cdot u = f$ z variacijsko formulacijo (metoda ortonormiranih vrst, Rayleigh-Ritzov postopek, metode utežnih ostankov, Courantova metoda). Aproksimacijske funkcije z lokalnim delovanjem. • Napredne metode aproksimativnega reševanja: Variacijska obravnava integralsko formuliranih robnih problemov. Prostorska diskretizacija, lokalno omejena aproksimacija osnovne spremenljivke. Vloga izbire variacijskih funkcij za učinkovito reševanje problema. • Metoda končnih elementov: Izhodišča, diskretizacija območja – končni element, interpolacijske funkcije na območju končnega elementa, enačba končnega elementa, enačba problema. Posebnosti reševanja z MKE. • Metoda robnih elementov: Izhodišča, diskretizacija ograje območja – robni element, interpolacijske funkcije na območju robnega elementa, enačba robnega elementa, enačba problema. Posebnosti reševanja z MRE. <p>[1] K. Rektorys: Variationsmethoden in Mathematik, Physik und Technik, C. Hanser Verlag, 1984</p> <p>[2] O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, J.Z. Zhu: The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Sixth Edition, Elsevier, 2006.</p> <p>[3] O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor: The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics, Sixth Edition, Elsevier, 2006.</p> <p>[4] J.N. Reddy: An Introduction to the Finite Element Method, 3rd edition, McGraw Hill Series in Mechanical Engineering, 2006.</p> <p>[5] J. Fish, T. Belytschko: A First Course in Finite Elements, John Wiley & Sons, 2007.</p> <p>[6] G. Beer, J.O. Watson: Introduction to Finite and Boundary Element Methods for Engineers, John Wiley & Sons, 1992.</p> <p>[7] F. Hartmann: Introduction to Boundary Elements: Theory and Applications, John Springer-Verlag, 1989, 1990.</p>
008	<p>NELINEARNA MEHANIKA GRADIV</p> <p>Gradient deformacije. Elementi loka, površine in volumna. Materialne in prostorske koordinate. Enačbe gibanja kontinuuma. Konstitutivne enačbe. Materialne simetrije in njihov vpliv. Reologija gradiv z oblikovnim spominom. Reologija večfaznih gradiv. Uvod v mehaniko kompozitnih gradiv. Strukturno-fenomenološki model. Mehanske lastnosti makroskopskega modela kompozita. Analiza reoloških lastnosti gradiv z uporabo teorije dislokacij. Robni problemi termoplastičnosti v gradivu s periodično strukturo. Stohastični model napetostno-deformacijskega stanja v gradivih s slučajno strukturo. Ocena nosilnosti elementov in konstrukcij iz kompozitnih gradiv. Kompoziti z mikrostrukturo.</p> <p>[1] Kunin, I.A.: Elastic Media with Microstructure. I,II, Springer, Berlin, 1982.</p> <p>[2] Bhattacharya, K.: Microstructure of Martensite. Why it Forms and How it Gives Rise to the Shape-Memory Effect, Oxford University Press, New York, 2004.</p> <p>[3] Šermegor, T.D.: Teorija Uprugosti Mikroneodnorodnih Sred, Nauka, Moskva 1977.</p> <p>[4] Lurje, A.I.: Nelinejnaja Teorija Uprugosti, Nauka; FML, Moskva, 1980.</p> <p>[5] Navožilov, U.U., Kadaševič, J.I.: Mikro Naprjaženija v Konstrukcionih Materialah, Mašinstrojenje, Leningrad, 1990.</p> <p>[6] Christian, J.W.: The Theory of Transformations in Metal and Alloys, 2nd ed., Oxford, Pergamon, (International Series on Materials Science and Technology; Vol. 15), 1975.</p> <p>[7] Mura, T.: Micromechanics of Defects in Solids, Martinus Nijhoff Publishers, 1987.</p>
009	<p>NEVRONSKE MREŽE</p>

	<p>(i) Splošna predstavitev Kaj je nevronska mreža, biološke nevronske mreže, umetne nevronske mreže, prednosti nevronskih mrež, kratka zgodovina nevronskih mrež, uporaba nevronskih mrež</p> <p>(ii) Model nevrona, arhitekture mrež in učenje Model nevrona, aktivacijske funkcije, arhitekture mrež, učni algoritmi, paradigme učenja, učne naloge, predstavitev znanja, nevronske mreže napram statističnim metodam</p> <p>(iii) Perceptroni in linearni filtri Perceptron nevron, perceptronsko učno pravilo, ADALINE, LMS učno pravilo, adaptivni filtri, XOR problem</p> <p>(iv) Vzratno učenje (backpropagation) Večnivojske mreže, algoritem vzratnega učenja, uporaba vzratnega učenja, napredni algoritmi, zmogljivosti večnivojskih perceptronov</p> <p>(v) Dinamične mreže Zgodovinske dinamične mreže, nevronska mreža s fokusirano časovno zakasnitvijo, nevronska mreža s porazdeljeno časovno zakasnitvijo, NARX mreža, mreža s povratnimi plastmi, zmogljivosti dinamičnih nevronskih mrež, učni algoritmi, identifikacija sistemov, modelno referenčno adaptivno vodenje</p> <p>(vi) Mreže radialnih baznih funkcij (RBFN) struktura RBFN mrež, natančna interpolacija, radialne bazne funkcije, mreža radialnih baznih funkcij, RBFN učenje, RBFN za razpoznavanje vzorcev, primerjava z večnivojskim perceptronom, verjetnostne nevronske mreže (PNN), posplošene regresijske mreže (GRNN)</p> <p>(vii) Samo-organizirajoče se mreže Samo-organizacija, samo-organizirajoče se preslikave (SOM), SOM algoritem, lastnosti SOM mreže, učenje z vektorsko kvantizacijo (LVQ)</p> <p>(viii) Praktični napotki Priprava podatkov, izbira vhodov, kodiranje podatkov, metoda glavnih osi (PCA), invariance in predhodno znanje, posploševanje, splošna načela za izgradnjo nevronskih mrež</p> <p>(ix) Napredne vsebine Optimalna zgradba mreže, evolucija nevronskih mrež, mreže podpornih vektorjev (SVM), committee stroji, naključnostni stroji, mreže glavnih osi</p> <p>[1] S. Haykin: Neural Networks: A Comprehensive Foundation, 2/E, Prentice Hall, 1999. [2] C.M. Bishop: Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford University Press, 1995. [3] I. Grabec, W. Sachse: Synergetics of measurement, prediction and control, Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 1997. [4] W. Sarle: Neural FAQ, ftp://ftp.sas.com/pub/neural/FAQ.html, 2002. [5] MATLAB Neural Networks Toolbox (User's Guide), http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/nnet/</p>
010	<p>NUMERIČNE METODE</p> <p>Izvori napak, pogojenost problema, konvergenca in stabilnost numeričnih postopkov. Reševanje nelinearnih enačb. Reševanje sistemov linearnih enačb in sistemov enačb s posebno strukturo. Direktne, iterativne in gradientne metode. Reševanje sistemov nelinearnih enačb. Linearna in nelinearna aproksimacija funkcij. Polinomska in racionalna aproksimacija in interpolacija. Interpolacijaj z zleпки, naravni kubični zleпки, parametrični, Akimovi, Bézierovi in De Boorovi zleпки. Dvodimenzionalna interpolacija in aproksimacija. Fourierova vrsta, integral in transformacija, hitra Fourierova transformacija, Laplaceova transformacija, ortogonalni polinomi. Natančnejše metode numeričnega odvajanja in integriranja. Mnogoterni inposplošeni integrali. Numerično reševanje navadnih diferencialnih enačb z začetnim in robnim pogojem. Reševanje sistemov diferencialnih enačb. Numerične metode za reševanje parcialne diferencialne enačbe eliptičnega, paraboličnega in hiperboličnega tipa, diferenčna metoda in metoda karakteristik. Problem lastnih vrednosti. Potenčna metoda in inverzna potenčna metoda, Jacobijeva metoda za računanje lastnih vrednosti simetričnih matrik. QD, LR in QR algoritmi. Metoda Panelty function, spektralne metode, brez mrežne metode in Monte-Carlo metode. Metode numerične optimizacije.</p> <p>[1] R. L. Burden, J. D. Faires: Numerical analysis, -7th ed., BROOKS/COLE, 2001. [2] A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerical Mathematics, Springer, 2000.</p>

	<p>[3] H. M. Antia: Numerical Methods for Scientists and Engineers, Birkhäuser Verlag, 2002.</p> <p>[4] J. Petrišič: Reševanje enačb, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2005.</p> <p>[5] J. Nocedal, S.J. Wright: Numerical Optimization, Springer Verlag, 1999.</p>
011	<p>NUMERIČNE METODE V DINAMIKI FLUIDOV</p> <p>Uvod: Namen predmeta in njegove zahteve. Kratka zgodovina računskih metod za izračun toka tekočine. Sodobni primeri uporabe.</p> <p>Matematični opis fizikalnih pojavov, povezanih s tokom tekočine in pripadajoče parcialne diferencialne enačbe (PDE). Predpostavke in fizikalne omejitve Navier-Stokesove (NS) enačbe. Tipi PDE in metoda karakteristik; narava koordinat.</p> <p>Diskretizacijske metode: metoda končnih razlik in metoda končnih volumnov. Primerjava z drugimi metodami diskretizacije. Časovna diskretizacija: implicitne in eksplicitne metode.</p> <p>Omejitve numeričnega reševanja PDE: red natančnosti, zaokrožitvena napaka, konvergenca, numerična stabilnost (von Neumannova analiza stabilnosti), numerična difuzija in disperzija. Implementacija robnih in začetnih pogojev.</p> <p>Geometrijski problemi diskretizacije; različni tipi računskih mrež: strukturirane in nestrukturirane mreže.</p> <p>Reševanje NS enačbe: sklopitev tlačnega in hitrostnega polja. Premaknjene in nepremaknjene (kolocirane) računske mreže. Razlike pri obravnavi nestisljive in stisljive tekočine.</p> <p>Modeliranje turbulence: izvedljivost direktne numerične simulacije (DNS). Reynoldsovo povprečevanje in Reynoldsov napetostni tenzor. Modeliranje turbulentne viskoznosti (Bousinesqov približek). Algebrajski, enoenačbni in dvoenačbni modeli. Model k-ϵ. Robni pogoji pri turbulentnih modelih, ki sledijo iz teorije robne plasti. Turbulentni modeli za nižje vrednosti Reynoldsovega števila. Principi bolj naprednih modelov (npr. RSM in LES).</p> <p>Validacija in verifikacija izračunanih rezultatov.</p> <p>Predlogi in pogovor o seminarskih nalogah, ki jih bodo izdelali slušatelji.</p> <p>[1] J.H. Ferziger, M. Perić: Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, Springer-Verlag, 2002.</p> <p>[2] S.V. Patankar: Numerical heat transfer and fluid flow, Hemisphere Publishing Corp., 1980.</p> <p>[3] H.K. Versteeg, W. Malalasekera: An introduction to computational fluid dynamics: The finite volume method, Longman Scientific & Technical, 1995</p> <p>[4] C.A.J. Fletcher, Computational Techniques for Fluid Dynamics 1, Fundamental and General Techniques, Springer-Verlag, 1988. (izbrana poglavja)</p> <p>[5] C.A.J. Fletcher, Computational Techniques for Fluid Dynamics 2, Specific Techniques for Different Flow Categories, Springer-Verlag, 1988. (izbrana poglavja)</p>
012	<p>NUMERIČNO MODELIRANJE SKLOPLJENIH SISTEMOV</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uvod v multifizikalne probleme: Problematika analize tehniških sestavov iz različnih gradiv ali medijev z vidika sočasnosti različnih fizikalnih pojavov. Identifikacija prostorskih podobmočij, časovnih domen ter fizikalnih pojavov, določitev medsebojnega vpliva. Klasifikacija problemov na multifizikalne in večobmočne probleme. Primeri sklopljenih problemov iz področij mehanike kontinuuma, mehanike fluidov, prevoda toplote in elektromagnetizma. • Matematični modeli in njihove lastnosti: Vodilne enačbe posameznih fizikalnih pojavov in njihove lastnosti. Enoobmočni in večobmočni problemi, multifizikalni problemi. Robni pogoji in pogoji fizikalno konsistentnega prehoda, karakterizacija soodvisnosti med veličinami fizikalno sklopljenih sistemov. Pristopi k modeliranju multifizikalnih problemov glede na stopnjo sklopljenosti, nelinearnost v odzivu ter časovno soodvisnost. Izbor modela v odnosu na cilj in kriterij, validacija modela. • Numerično reševanje: Izbira primerne numerične metode (MKR, MKE, MRE, MKV) glede na izkazano naravo problema. Prostorska in časovna diskretizacija iz vidika medsebojne povezanosti, strategije numeričnega reševanja časovne integracije glede na stopnjo sklopljenosti in nelinearnosti. Računalniške simulacije problemov iz vidika časovne potratnosti in eventualne poenostavitve numeričnih modelov. Paralelno reševanje in sinhronizacija. Uporaba sodobnih računalniških tehnologij in

	<p>programov.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simuliranje tehnoloških procesov: Obravnava primerov mehanske interakcije med sistemi (kontakt med deformabilnimi telesi, interakcija med trdnino in fluidom) in fizikalne sklopljenosti (elektromagnetizem, prevod toplote, mehanika). Simuliranje procesov plastičnega preoblikovanja, procesov kontinuiranega litja z valjanjem, varjenja, induktivnega segrevanja, toplotnih obdelav, ... <p>[1] M.C.S. Arriaga, J. Bundschuh, F.J.Dominguez-Mota: Numerical modelling of coupled phenomena in science and engineering (Multiphysics modeling), Routledge, Taylor & Francis, 2008.</p> <p>[2] B.J. Zimmerman: Multiphysics modelling with finite element methods, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2006.</p> <p>[3] S.K. Chakrabarti (Editor): Numerical Models in Fluid-Structure Interaction, Advances in Fluid Mechanics, WIT press, 2007.</p> <p>[4] A. J. KASSAB, M. H. ALIABADI (Editors), Coupled Field Problems, Advances in Boundary Elements, WIT press, 2001.</p> <p>[5] Radaj D.: Heat Effects of Welding. Temperature Field, Residual Stress, Distortion; Springer-Verlag, Heidelberg, 1992.</p>
013	<p>OPTIMIZACIJSKE METODE</p> <p>Grafi in digrafi. Problemi najkrajših poti. Iskanje v širino. Dijkstrov algoritem. Iskanje v globino. Kritične poti. Minimalno vpeto drevo. Primov in Kruskalov algoritem. Pretoki v omrežjih. Ford-Fulkersonov algoritem.</p> <p>Osnovni problemi kombinatorične optimizacije: problem trgovskega potnika, problem kitajskega poštarja, problem nahrbtnika. Namenska funkcija, dopustne in optimalne rešitve. NP-težki problemi in problemi, rešljivi s polinomskimi algoritmi.</p> <p>Primeri aplikacij: transportni problemi, problemi razvrščanja in skladiščenja, lokacijski problemi.</p> <p>Hevristike in metahevristike za NP-težke probleme: Lokalna optimizacija, Tabu search, Simulirano ohlajanje, Genetski algoritmi...</p> <p>[1] J.Žerovnik: Osnove teorije grafov in diskretne optimizacije, (druga izdaja), Fakulteta za strojništvo, Maribor 2005.</p> <p>[2] E. Zakrajšek: Matematično modeliranje, DMFA, Ljubljana 2004.</p> <p>[3] E. Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics, (9th edition), Wiley, New York 2006.</p> <p>[4] B.Korte, J.Vygen: Combinatorial Optimization, Theory and algorithms, Springer, Berlin 2000.</p> <p>[5] J.Hromkovič: Algorithmics for Hard Problems, Introduction to Combinatorial Optimization, Randomization, Approximation, and Heuristics, 2nd ed., Springer, Berlin 2004.</p>
014	<p>SINERGETIKA</p> <p>Uvod: cilji in namen predmeta sinergetika, značilni primeri in problemi.</p> <p>Osnove teorije verjetnosti: vzorčni prostor, naključne spremenljivke, verjetnost, porazdelitev verjetnosti, povprečne vrednosti, pogojna verjetnost, naključni procesi, empirično ocenjevanje, modeliranje naravnih zakonov.</p> <p>Informacija: definicija entropije informacije, princip maksimalne entropije in določanje porazdelitev iz empiričnih podatkov.</p> <p>Naključje: model Brownovega gibanja, osnovna enačba za verjetnost, Markovski procesi, fluktuacije.</p> <p>Zakovitost: dinamski procesi, kritične točke, limitni cikli, stabilnost in bifurkacije.</p> <p>Naključje in zakonitost: Langevinove enačbe, Fokker-Planckova enačba, podobnost s faznimi prehodi.</p> <p>Samo-organizacija: organizacija in samo-organizacija, pomen ureditvenih parametrov in fluktuacij, nastanek struktur in vzorcev.</p> <p>Fizikalni sistemi: kooperativni pojavi v laserjih, nestabilnosti v dinamiki fluidov, elastična stabilnost, nestabilnosti v obdelovalnih procesih, reakcijske in populacijske nestabilnosti.</p> <p>Osnove determinističnega kaosa: značilnosti nelinearnih dinamskih sistemov, fazni prostor in klasifikacija atraktorjev, Fourierov spekter, Poincarejeva preslikava, poti v kaos, podvojevanje period, bifurkacijski diagrami, kvazi-periodični prehod, utripanje, krize in</p>

	<p>prehodni kaos, konservativni kaos, Ljapunovi eksponenti in fraktalne dimenzije, modeliranje in napovedovanje kaotičnih pojavov.</p> <p>Avtomatično modeliranje naravnih pojavov: inteligentni samo-organizacijski informacijski sistem, povezava z nevronskimi mrežami, optimalni priklic, napoved in optimalna kontrola procesov.</p> <p>[1] I. Grabec, J. Gradišek: Opis naključnih pojavov, Fakulteta za strojništvo, 2000. - Izbrana poglavja</p> <p>[2] H. Haken: Synergetics, Springer Verlag, 1983.</p> <p>[3] F. Moon: Chaotic and fractal dynamics: an introduction for applied scientists and engineers, J. Wiley & Sons, 1992.</p>
015	<p>TEORIJA GRADIV</p> <p>Kristalna zgradba kovin in opis kristalov. Napake v kristalni zgradbi in eksperimentalne metode za popis napak, difuzija, atomski model difuzije, Fickovi zakoni, temperaturna odvisnost difuzijskega koeficienta, difuzijski mehanizmi in aktivacijska energija, vplivi na difuznost, Kirkendallov efekt, difuzijski eksperimenti. Dislokacijski mehanizmi pri plastičnem preoblikovanju, drsenje, utrjevanje, rekristalizacijsko žarjenje, kinetika poprave in nukleacijski mehanizmi. Utrjevanje kovin s toplotno obdelavo, fazne transformacije, nukleacijski mehanizmi, izločanje in izločevalni mehanizmi, izločevalno utrjanje.</p> <p>Lezenje, vrste in mehanizmi lezenja, lom in utrjevanje kovin. Girffithova teorija loma, modificirani modeli za delno žilave kovine, mahanizmi mikrorazpok, vplivi na utrujanje kovin, morfologija utrujenostnega preloma.</p> <p>Korozija, vrste in mahanizmi različnih tipov korozij, korozijske poškodbe, napetostna korozija in utrujenost, zaščita pred korozijo, korozijska odpornost materialov.</p> <p>Integriteta površin po mehanski in toplotni obdelavi, eksperimentalne metode za popis integritete površin.</p> <p>Umetne snovi: kinetika reakcij, konfiguracija polimernih verig, kristalinično in amorfno stanje, vrste reakcij, vrste umetnih snovi, dodatki umetnim snovem, termodinamske faze in lastnosti, eksperimentalne metode za karakterizacijo umetnih snovi, priprava polimernih snovi pred predelavo.</p> <p>Tehnična keramika: fizikalno-kemične osnove keramike, fazni diagrami, medfazni in površinski pojavi, priprava in obdelava prahov, oblikovanje in poobdelava izdelkov, karakterizacija prahov, karakterizacija keramičnih materialov za različne termo-mehanske aplikacije.</p> <p>Kompoziti: delitev kompozitov, kompoziti s kovinsko polimerno in keramično matico, sestave kompozitov, matice, vlakna in viskersi, mejne površine v kompozitih, mikromehanika kompozitov, mehanske lastnosti kompozitov, lomna mehanika kompozitov, metode za karakterizacijo kompozitov, tehnike in tehnologije kompozitnih materialov, neporušno testiranje kompozitov in optimiranje zgradbe, dinamične lastnosti in utrujanje kompozitov.</p> <p>Obrabna odpornost, vrsta in mehanizmi obrabe, obrabno odporne kovine, keramika, umetne snovi, kompoziti. Postopki za povečanje obrabne odpornosti materialov. Utrjevanje površin z mehansko in toplotno energijo, elektronskim in laserskim snopom, plazmo.</p> <p>Teoretične osnove mehanskega preizkušanja materialov, teoretične osnove in postopki neporušnega preizkušanja materialov, kvantitativna ocena stanja materiala in velikost napak v materialu, kritična ocena velikosti napak, zanesljivost materialov v obratovanju, načrtovanju in izbira gradiv v strojništvu.</p> <p>[1] Physical metallurgy. Vol. 1, 2, 3 / edited by R.W. Cahn, P. Haasen.- Amsterdam [etc.]: North-Holland, 1996</p> <p>[2] Kumar, S.A.: Ferrous physical metalurgy.- Boston: Butterworth, 1989</p> <p>[3] Sinha A.K.: Physical Metallurgy Handbook, McGraw Hill Handbooks, New York, 2003</p> <p>[4] Guy A.G.: Introduction to Materials Science, McGraw-Hill, Kogakusha, Tokyo, New York 1972</p> <p>[5] Tilley R.I.D.: Understanding Solids, The Science of Materials, John Wiley & sons, Chichester 2004</p> <p>[6] Solidification Science and Processing, eds.: I.Ohnaka, D.M.Stefanescu, TMS, 1995</p> <p>[7] Handbook of residual stress and deformation of steel / edited by G. Totten, M. Howes, T. Inoue.- Materials Park, Ohio: ASM International, 2001 cop. 2002</p>

	<p>[8] Grum J.: Laser surface hardening. V: TOTTEN, George E. (ur.), FUNATANI, Kiyoshi (ur.), XIE, Lin (ur.). <i>Handbook of metallurgical process design</i>, (Materials engineering, 24). New York; Basel: M. Dekker, cop. 2004, str. 641-731.</p> <p>[9] Grum J.: Laser surface hardening. V: TOTTEN, George E. (ur.). <i>Steel heat treatment : equipment and process design</i>. 2nd ed. Boca Raton: Taylor & Francis, cop. 2007, str. 435-566.</p>
016	<p>TEORIJA TURBINSKIH STROJEV</p> <ul style="list-style-type: none"> • Razvrstitev turbinskih strojev in osnove dinamike tekočin v turbinskih strojih • Osnovni principi , analiza in delovne karakteristike turbinskih strojev • Ne viskozni tok skozi kaskado rotorja turbostroja • Tridimenzionalni neviskozni in kvaziviskozni tok v pretočnem traktu turbinskih strojev • Izračun tokovnih lastnosti v pretočnem traktu turbinskih strojev • Hlajenje in prenos toplote v turbinskih strojih • Kavitacija v turbinskih strojih • Nestacionarnosti pri obremenitvah izven optimalnega obratovalnega področja kompresorjev (rotirajoče odlepljanje – rotating stall, goltnost – surge) • Nadzvočni tok v turbinskih strojih • Popis in analiza značilnih fizikalnih pojavov in relevantne raziskovalne aktivnosti na področju: <ul style="list-style-type: none"> ○ vodnih turbin ○ črpalk ○ parnih in plinskih turbin ○ turbinskih kompresorjev <p>[1] Pfleiderer, C., Petermann, N.: Strömungsmaschinen.- 7. Aufl.- Berlin [etc.]: Springer, 2004</p> <p>[2] Raabe, J.: Hydro power: the design, use and function of hydromechanical, hydraulic and electrical equipment.- Düsseldorf: VDI, 1985</p> <p>[3] Lakshminarayana, B.: Fluid dynamics and heat transfer of turbomachinery.- New York [etc.]: J. Wiley & Sons, 1996</p> <p>[4] B.Širok, M.Dular, B.Stoffel. Kavitacija. 1. natis. Ljubljana: i2, 2006. 164 str., ilustr., graf. prikazi.</p> <p>[5] Saravanamuttoo H., Rogers G., Cohen H.: Gas turbine theory, 5th Edition, Prentice Hall, 2001</p>
017	<p>VERJETNOST IN STATISTIKA</p> <p>Verjetnost: dogodki, verjetnosti, neodvisnost, pogojna verjetnost, slučajne spremenljivke, porazdelitve, pregled standardnih porazdelitev, večrazsežne porazdelitve, normalna porazdelitev, centralni limitni izrek, porazdelitve izvedene iz normalne porazdelitve.</p> <p>Statistika: vzorčenje, standardna napaka, intervali zaupanja, ocenjevanje parametrov, metoda največje verjetja, preizkušanje domnev, Waldov izrek, analiza variance, analiza diskretnih podatkov, linearna regresija, izrek Gauss-Markova, uvod v industrijsko uporabo statistike.</p> <p>[1] M. A. Rice, Mathematical Statistics and Data Analysis, 3rd edition, Duxbury Press, 1995.</p> <p>[2] S. Weisberg, Applied Linear Regression, 2nd Ed., John Wiley & Sons, 1985.</p> <p>[3] G. G. Roussas, A course in mathematical statistics, 2nd edition, Academic Press, 1997.</p> <p>[4] NIST/SEMATECH, Engineering Statistics Handbook, e-Handbook of Statistical Methods, http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/</p>
101	<p>AKUSTIČNA EMISIJA IN HRUP</p> <p>Teoretične osnove. Definicije zvoka in hrupa. Vrste zvočnih valovanj (ravno, sferično, cilindrično, kompleksno valovanje) in njihov analitični zapis.</p> <p>Definicije zvočnega tlaka, zvočne intenzivnosti in zvočne moči ter njihovih ravni. Valovna enačba. Interferenca, resonanca, akustična impedanca in stojno valovanje. Fourierjeva</p>

	<p>transformacija (FFT) in spekter zvoka. Vrste zvočnih spektrov. Totalna raven hrupa. Viri hrupa: definicija zvočnega vira in njegove pojavne oblike. Mehanizmi nastajanja hrupa. Aero-, hidro-, mehanski in elektromagnetni izvori hrupa. Strukturalni hrup. Hrup energetskih strojev in naprav. Posebnosti hrupa ventilacijskih, hladilnih in transportnih sistemih.</p> <p>Meritev in analiza hrupa, komponente merilne verige. Standardi in predpisi za merjenje zvočnega tlaka in intenzivnosti. Spektralna analiza - oktavna, terčna, ozkopasovna. Izvori napak pri merjenju hrupa.</p> <p>Analitične in numerične metode za popis in napovedovanje izvorov hrupa in njegova transmisija: osnovna integralna enačba, singularitetna metoda, MKE/MRE, SEA, MA metoda, itd.</p> <p>Metode zmanjševanja hrupa. Aktivno in pasivno zmanjševanje hrupa: na izvoru, na poti širjenja in na mestu sprejema. Principi aktivnega dušenja hrupa.</p> <p>[1] ČUDINA M.: Tehnična akustika, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2001.</p> <p>[2] ČUDINA M.: Pumps and pumping system noise and vibration prediction and control. Handbook of noise and vibration control. Edited by M.J. Crocker. John Wiley & Sons. 2007.</p> <p>[3] MÖSER M.: Technical Acoustics, Springer, Berlin, 2004.</p> <p>[4] BERANEK L. L.: Noise and Vibration Control, Institute of Noise Control Engineering, McGraw-Hill, Inc. Washington, 1999.</p> <p>[5] BELL, L.H., Bell, D.H.: Industrial noise control.- 2nd ed.- New York [etc.]: Marcel Dekker, 1994.- (Mechanical engineering; 88)</p> <p>[6] WALKER J.G.. Noise and vibration / edited by R.G. White, -Chichester: Ellis Horwood; New York [etc.]: Halsted Press, 1986.</p> <p>[7] CREMER, L., HECKL, M.: Structure - borne sound.- 2nd ed. - Berlin [etc.]: Springer, 1988</p> <p>[8] FAHY, F.J.: Sound intensity.- London; New York: Elsevier Applied Science, 1989</p> <p>[9] KOLLMAN, F.G.: Maschinenakustik, Grundlagen, Messtechnik, Berechnung, Beeinflussung.- Springer Verlag, 2000.</p> <p>[10] Encyclopedia of acoustics / Malcolm J. Crocker, editor – in – chief.- New York [etc.]: J.Wiley & Sons, 1997- 4. zv.</p> <p>[11] SCOTT S.D.: Active Noise Control Primer, Series : Modern Acoustics and Signal Processing, SPRINGER, BERLIN, 2000.</p> <p>[12] DANIEL R. The Science and Applications of Acoustics, Series: Modern Acoustics and Signal Processing, Raichel, 2000.</p> <p>[13] LIPS, W.: Strömungsakustik in Theorie und Praxis, Anleitungen zur lärmarmen Projektierung von Maschinen und Anlagen, Kontakt & Studium Bd.474, 2001.</p> <p>[14] AUREGAN Y., MAUREL A., PAGNEUX V.: Sound-Flow Interactions, SPRINGER, Berlin, 2002.</p>
102	<p>DINAMIKA IN VIBRACIJE</p> <p>Nihanja linearnih sistemov z več prostostnimi stopnjami. Modalna transformacija. Odziv sistemov v glavnih koordinatah.</p> <p>Nihanja zveznih sistemov, analitične in približne metode. Osnove nihanj nelinearnih sistemov. Vibracijska testiranja.</p> <p>Eksperimentalni pristop pri obvladovanju vibracij. Analiza dinamskih spremenljivk v časovnem in frekvenčnem prostoru.</p> <p>Kriteriji stabilnosti gibanja.</p> <p>Dinamika rotorjev, izračun kritičnih vrtilnih hitrosti. Masno uravnotežanje rotorjev.</p> <p>Dinamika batnih strojev.</p> <p>Preračun vibroizolacije elastično podprtih motorjev.</p> <p>Torzijska nihanja gredi. Osnove nihanj plošč, nihanje rotirajočih palic.</p> <p>Slučajna nihanja linearnih sistemov. Obdelava in vrednotenje izmerjenih slučajnih nihanj.</p> <p>Interakcija človek – vibracije.</p> <p>[1] Rao, S.S.: Mechanical vibrations.- 3rd ed.- Reading [etc.]: Addison-Wesley Publishing Company, cop. 1995.</p> <p>[2] Rao, J.S.: Dynamics of plates.- New York; Basel; Hong Kong: M. Dekker; New Delhi [etc.]: Narosa, cop. 1999.</p> <p>[3] Frolov, K.V., Furman, F.A.: Applied theory of vibration isolation systems.- New York [etc.]: Hemisphere, 1990.</p>

	<p>[4] McConnell, K.G.: Vibration testing: theory and practice.- New York [etc.]: John Wiley & Sons, cop. 1995.</p> <p>[5] Lee, Chong-Won: Vibration analysis of rotors.- Dordrecht; Boston; London: Kluwer Academic, cop. 1993.- (Solid mechanics and its applications; vol. 21)</p> <p>[6] Newland, D.E.: An introduction to random vibrations: spectral and wavelet analysis, 3rd ed.- Longman, 1997. - Izbrana poglavja</p> <p>[7] Griffin, M.J.: Handbook of human vibration – 2nd ed.- London [etc.]: Academic Press, 1994, cop. 1990. - Izbrana poglavja</p>
103	<p>DINAMIKA SISTEMOV TELES</p> <p>Uvod, kinematika v nepremičnem in premičnem koordinatnem sistemu, rotacijske matrike. Analitični pristop: posplošene koordinate in kinematične vezi, Lagrangeova dinamika, Eulerjeve enačbe za primer večih spremenljivk.</p> <p>Zapis dinamskih enačb v premičnem koordinatnem sistemu: kinematika, vztrajnost deformabilnih teles, posplošene sile, uporaba neodvisnih koordinat, dinamske enačbe z multiplikatorji.</p> <p>Dinamske enačbe za primer velikih deformacij, uporaba absolutnega koordinatnega sistema, postavitve togostne matrike.</p> <p>Aplikacija na računsko dinamiko sistemov togih ter prožnih teles. Uporaba v sodobnem inženirstvu.</p> <p>Dinamika sistemov togih teles z enostranskimi kontakti: kontaktna kinematika, primer večih sočasnih trkov, sočasno upoštevanje trka ter trenja v kontaktu. Linearni komplementarni problem. Numerično reševanje. Aplikacije v strojništvu.</p> <p>[1] A. A. Shabana: Computational Dynamics, John Wiley & Sons, 1994. – izbrana poglavja</p> <p>[2] F. Pfeiffer, C. Glocker: Multibody Dynamics with Unilateral Contacts, John Wiley & Sons, 1996.</p> <p>[3] A. A. Shabana: Dynamics of Multibody Systems, 3rd ed., Cambridge university press, 1994. – izbrana poglavja</p> <p>[4] A. A. Shabana: Computational Continuum Mechanics, Cambridge University Press, 2008.</p>
104	<p>EKSPERIMENTALNA MEHANIKA</p> <p>Za vsakega kandidata posebej se določi prioriteta poglavja za laboratorijsko delo.</p> <p>Karakterizacija statičnih lastnosti materialov: natezni, tlačni in upogibni preizkusi, merjenje trdote. Vpliv hitrosti obremenjevanja. Načini merjenja deformacije. Bauschingerjev efekt utrjevanja. Lezenje, relaksacija, retardacija. Posebnosti pri anizotropnih materialih (kompoziti, delno kristalni materiali, blendi) ter mikrometrskih in submikrometrskih vlaknih.</p> <p>Karakterizacija dinamičnih lastnosti materialov: hitri natezni preizkusi, vpliv hitrosti obremenjevanja. Udarni preizkusi. Ciklični preizkusi. Obremenjevanje s konstantno frekvenco, resonančni preizkusi, merjenje histereze, naključno obremenjevanje. Posebnosti pri polimernih in kompozitih ter mikrometrskih in submikrometrskih vlaknih.</p> <p>Termalna analiza materialov: termogravimetrija. Diferencialne termalne analize (DTA, DCS). Termomehanske analize (TMA, DMA).</p> <p>Analiza ravninskega napetostno – deformacijskega stanja: teoretične osnove. Uporovni merilni lističi. Metode premazov (krhki in fotoelastični premazi). Osnove optičnih metod. Fotoelastičnost. Moire-jeva metoda. Laserska interferometrija. Speckle metoda. Posebnosti pri časovno odvisnih materialih in kompozitih.</p> <p>Dinamična analiza strojev in konstrukcij: merjenje pospeškov, hitrosti in pomikov. Analiza vibracijskega stanja strojev in konstrukcij. Uporaba viskoelastičnih materialov za dušenje vibracij in hrupa. Pasivna in aktivna izolacija. Utrujanje materialov.</p> <p>Ekspertna modalna analiza: teoretične osnove. Izbira senzorjev in merilnih mest.</p> <p>Mehanski odziv, električni odziv. Kalibracija. Interpretacija rezultatov.</p> <p>Ekspertni sistemi: linearni sistem (prenosne funkcije). Formiranje baze informacij in logičnega algoritma. Večkanalno računalniško vodeno merjenje v Windows okolju (Visual Basic, Visual C, LabView).</p> <p>Metode meritev vpliva geometrijskih parametrov na pojav koncentracije napetosti.</p> <p>Ekspertne metode določanja razvejišč nestabilnega stanja in preskok sistema, ki se pojavi v enoosnih, ravninskih konstrukcijskih elementih in konstrukcijskih lupinah.</p>

	<p>[1] Cloud, G.L.: Optical methods of engineering analysis.- New York; Cambridge: Cambridge University Press, 1998</p> <p>[2] KNAUSS, W. G., EMRI, I., LU, H., Mechanics of polymers : viscoelasticity. V: SHARPE, W. N. (ur.). <i>Handbook of experimental solid mechanics</i>. New York: Springer, cop. 2008, str. 49-95.</p> <p>[3] Dally, J.W., Riley, W.F.: Experimental stress analysis.- 3rd ed.- New York [etc.]: McGraw-Hill, cop. 1991</p> <p>[4] Cheremisinoff, N.P.: Product design and testing of polymeric materials.- New York; Basel: Marcel Dekker, 1990</p> <p>[5] Whitney, J.M., Daniel, I.M., Pipes, R.B.: Experimental mechanics od fiber reinforced composite materials, Society for Experimental mechanics, 1980</p> <p>[6] Thermal characterization of polymeric materials / edited by Edith A Turi.- 2nd ed.- San Diego [etc.]: Academic Press, 1997.- 2 zv.</p> <p>[7] Nashif, A.D., Jones, D.I.G., Henderson, J.P.: Vibration damping.- New York [etc.]: John Wiley & Sons, 1985</p> <p>[8] Grabec, I., Sachse, W.: Synergetics of measurement, prediction and control.- Berlin: Heidelberg; New York: Springer Verlag, 1997</p>
105	<p>INŽENIRING KONTAKTNIH POVRŠIN</p> <p>Kontakt dveh površin; Geometrija kontakta, linijski, točkovni in Hertzov kontakt, kontakt dveh ukrivljenih površin; Sile, hitrosti in napetosti v kontaktu, linijska, točkovna in ploskovna obremenitev, Hertzova teorija, tangencialna obremenitev, kombinacija normalne in tangencialne obremenitve – drsenje, mikro in makro zdrs, kotaljenje; Elasto-plastičen kontakt, elastična deformacija, plastična deformacija, indeks plastičnosti; Kontakt hrapavih površin, hrapavost površine, vpliv hrapavosti na porazdelitev napetosti; Temperature v kontaktu, mirujoč izvor toplote, gibajoč se izvor toplote, temperaturno polje, termoelastičen kontakt.</p> <p>Karakterizacija kontaktne površine; Mikroskopija, optična in elektronska mikroskopija; Sestava in struktura površine: EDS, X-Ray, IR, XPS, Auger,...; Profilometrija in topografija, hrapavost površine, parametri hrapavosti, analiza parametrov hrapavosti, obličenje površine, nosilnost površine; Trdota in elastičnost površine, modul elastičnosti; Zaostale napetosti, metode merjenja in analiza; Oprijemljivost prevleke na podlago; Obrabne in torne lastnosti, modelna preizkuševališča, simulacija, realno preizkušanje.</p> <p>Oplemenitenje kontaktnih površin; Tehnološki postopki oplemenitenja kontaktnih površin: obličenje površine, postopki nanosa trdih prevlek, priprava kontaktne površine za oplemenitenje, kriteriji izbire površinskega sloja; Vrste in lastnosti površinskih slojev: difuzijski sloji, kovinske prevleke, keramične prevleke, diamantne in diamantu podobne prevleke, večkomponentne in večplastne prevleke; Tribološke lastnosti površinskih slojev, vpliv debeline, trdote, zaostalih napetosti in elastičnosti površinskega sloja; Mehanika slojevitih površin, napetostno polje kompozita, karte lokalnega tečenja.</p> <p>[1] Modern Surface Technology, eds.: F.W. Bach, A. Laarmann, T. Wenz, Wiley-VCH, Weinheim 2004</p> <p>[2] V. Schulze: Modern Mechanical Surface Treatment, Wiley-VCH, Weinheim 2006</p> <p>[3] Johnson, K.L.: Contact mechanics.- Cambridge: Cambridge University Press, 1994</p> <p>[4] Stachowiak, G.W., Batchelor, A.W.: Engineering tribology.- [2nd ed.]- Amsterdam: Elsevier, 1993</p> <p>[5] Bhushan, B., Gupta, B.K.: Handbook of tribology, New York [etc.]: McGraw-Hill, 1991</p> <p>[6] Holmberg, K., Matthews, A.: Coatings tribology: properties, techniques and applications in surface engineering.- Amsterdam [etc.]: Elsevier, cop. 1994</p> <p>[7] Dowson, D., Taylor, C.M., Childs, T.H.C., Godet, M., Dalmaz, G.: Thin films in tribology.- Amsterdam: Elsevier, 1993 (Tribology series; 25)</p> <p>[8] Surface engineering practice /ed. by K.N. Strafford, P.K. Datta, J.S. Gray.- New York: Ellis Horwood, 1990</p> <p>[9] Grum J.: Laser surface hardening. V: TOTTEN, George E. (ur.). <i>Steel heat treatment: equipment and process design</i>. 2nd ed. Boca Raton: Taylor & Francis, cop. 2007, str. 435-566.</p> <p>[10] Grum J.: Modelling of Laser Surface Hardening,, C. H. Gür, J. Pan: Handbook of</p>

	<p>Thermal Process Modeling of Steels, CRC Press, Taylor & Francis Group, USA, 499 – 626, 2009.</p> <p>[11] Grum J.: Failure Analysis of Heat Treated Steel Component ASM Int., Metals Park Ohio, USA, 417 – 502, 2008.</p>
106	<p>KARAKTERIZACIJA POLIMERNIH MATERIALOV</p> <p>Linearno - viskoelastičnega vedenje polimerov in kompozitov. Nelinearno vedenje (metoda večkratnih integralov, določitev parametrov modela iz eksperimentalnih rezultatov). Primeri (relaksacija PS in PE pri strižni obremenitvi, lezenje PA pri torziji, lezenje PMMA pri torziji in nategu). Periodično koračno obremenjevanje in razbremenjevanje, obnašanje materiala pri obremenitvi z vzmetjo, razširitev na ostale primere obremenjevanja. Analiza utrujanja polimerov in kompozitov. Akumulacija deformacijskega stanja. Deviatorna in izotropna deformacijska energija. Shranjena in disipirana deformacijska energija. Meja linearne - viskoelastičnosti. Craizing (deformacijska energija pri lezenju in napetostni relaksaciji, dodatni primeri, poenostavljene relacije). Porušitve in tečenje polimernih materialov. Časovno-odvisnega vedenja kompozitov in nanokompozitov . Mikro- in nano-mehanske lastnosti kompozitov. Trdnost ortotropnih kompozitov, metode preizkušanja in mehanizmi porušitve. Vedenje polimerov in kompozitov pri hitrih obremenitvah. Diskusija in povzetek.</p> <p>[1] Brostow, W., Corneliussen, R. D.: Failure of plastics.- München: Hanser Publisher, 1986</p> <p>[2] Cheremisinoff, N. P.: Product design and testing of polymeric materials.- New York: Marcel Dekker, Inc., 1990</p> <p>[3] Brüller, O.: Linear and nonlinear characterisation of the behaviour and failure of polymeric materials, Lecture Notes.- Udine: CISM Centre International des sciences mechaniques, 1991</p> <p>[4] KNAUSS, W. G., EMRI, I., LU, H., Mechanics of polymers : viscoelasticity. V: SHARPE, William N. (ur.). <i>Handbook of experimental solid mechanics.</i> New York: Springer, cop. 2008, str. 49-95.</p> <p>[5] Hyer, M. W. , Stress Analysis of Fiber-Reinforced Composite Materials, McGraw-Hill, 1998</p>
107	<p>LOMNA MEHANIKA</p> <p>Uvod v lomno mehaniko. Fizikalni procesi loma - konstrukcijski vidik. Analiza napetostno-deformacijskega stanja v okolici razpoke. Elastoplastični kriteriji lomne mehanike. Vpliv okolja na lomne lastnosti. Utrujanje in dinamične obremenitve. Kritična in subkritično širjenje razpok. Metode preizkušanja. Karakterizacija poškodb pri polimerih in kompozitih. Craizing (deformacijska energija pri lezenju in napetostni relaksaciji, dodatni primeri, poenostavljene relacije). Porušitve in tečenje polimernih materialov. Posebnosti kompozitnih, hibridnih materialov in nano-kompozitov. Meritve z Hopkinsonovo palico, Taylorjev preskus, meritve z Deljeno-Hopkinsonovo ali Kolsky palico. Udarni eksperimenti s ploščami in stenami. Praktična uporaba lomne mehanike. Standardi</p> <p>[1] Fracture: An Advanced Treatise / ed. by H. Liebowitz. New York, Academic press, 1968-1972. Vol. 1. – 7.</p> <p>[2] Emri, I.: Time-dependent phenomena related to the durability analysis of composite structures; V: Durability analysis of structural composite systems: reliability, risk analysis and prediction of safe residual integrity: lectures of the special chair AIB-Vinçotte 1995. Rotterdam; Brookfield: A.A.Balkema, 1996</p> <p>[3] Broek, D.: The Practical use of Fracture Mechnisc.- Dordrecht [etc.]: Kluwer Academic Publishers, 1989</p> <p>[4] Gdoutos, E.E.: Fracture Mechanics.- Kluwer Academic Publishers, 1993</p> <p>[5] Hills, D.A., Nowell, D.: Mechanics of Fretting Fatigue.- Kluwer, 1994</p> <p>[6] Mayer, M. A. : High Strain Rate Material Behavior. Dynamic Behavior of Materials, New York: Wiley, 1994</p>
108	<p>MEHANIKA LETA</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aerodinamika zrakoplovov ▪ Propelerji in rotorji ▪ Sposobnosti zrakoplovov

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dinamika leta ▪ Stabilnost zrakoplovov (vzdolžna, prečna, smerna); statična in dinamična stabilnost ▪ Stabilnostni koeficienti ▪ Krmarljivost zrakoplovov ▪ Omejitve ▪ Vplivi pogona, prožnosti strukture, spremembe mase in hitrosti leta ▪ Aeroelastični pojavi (statični in dinamični) ▪ pasivne in aktivne metode preprečevanje in dušenja aeroelastičnih pojavov ▪ predpisi in zahteve za pridobitev plovnosti zrakoplova ▪ statični in dinamični preiskusi nosilnosti elementov in strukture zrakoplovov ▪ postopki preiskovanja zrakoplovov na zemlji in v zraku ▪ aerodinamični preizkusi sklopov in celotne strukture zrakoplovov v zraku <p>[1] Barnard R. H. and Philpott D. R.: Aircraft Flight, Longman 1989</p> <p>[2] Coyle S.: The Arte and Science of Flying Helicopters, Iowa State University Press, 1997</p> <p>[3] Etkin B.: Dynamics of Flight, stability and Control, John Wiley & Sons, inc. 1996</p> <p>[4] Kermode A.C.: Mechanics of Flight, Longman 1996</p> <p>[5] Houry G.A., Gillett J.D.: Airship Technology, Cambridge University Press 1999</p> <p>[6] Leishman J.G.: Principles of Helicopter Aerodynamics, Cambridge University Press 2000</p> <p>[7] Nelson C.R.: Flight Stability and Automatic Control, Longman 1989</p> <p>[8] Padfield G.D.: Helicopter Flight Dynamics, Blackweel Science 1996</p> <p>[9] Pallett E.H.J., Coyle S.: Automatic Flight Control, Blackwell Science 1995</p> <p>[10] Russell, J.B.: Performance and Stability of Aircraft, Arnold 1996</p> <p>[11] Roskam, J.: Airplane design. Part VII, Determination of stability, control and performance characteristics, 1991</p> <p>[12] Kimberlin R.D.: Flight Testing of Fixed Wing Aircraft, AIAA 2003</p> <p>[13] Ward D.T.: Introduction to flight test engineering, Elsevier 1993</p>
109	<p>MEHANIZMI</p> <p>Modeliranje dinamike sistemov togih in/ali elastičnih teles. Snovanje in oblikovanje mehanizmov. Karakteristike mehanizmov. Kinematična in dinamična analiza mehanizmov v širši uporabi. Optimiranje geometrijskih parametrov in modifikacija mehanizmov. Vpliv elastičnosti delov in zračnosti v kinematičnih parih mehanizma na obremenitev in gibanje. Oblikovanje in dinamika pri višjih kinematičnih parih. Računalniško podprta sinteza in analiza mehanizmov pri razvoju strojev in naprav.</p> <p>[1] Uicker, J. J., Pennock, R. R., Shigley, E. J.: Theory of Machines and Mechanisms; Third Edition; Oxford University Press, 2003: ISBN 0-19-515598-X</p> <p>[2] Norton, L. R.: Design of Machinery (Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines), Second Edition; McGraw-Hill: ISBN 0-07-237960-X</p> <p>[3] Chironis, P. N.: Mechanisms and Mechanical Devices Sourcebook, Fourth Edition McGraw-Hill, 2006: ISBN-13 978-0071467612</p> <p>[4] Howel, L. L.: Compliant Mechanisms; Wiley-Interscience, 2001: ISBN-13 978-0471384786</p> <p>[5] Mabie, H. H., Reinholtz, C. F.: Mechanisms and Dynamics of Machinery, Fourth Edition; Wiley, 1987: ISBN-13 978-0471802372</p> <p>[6] Tsai, L.-W.: Mechanism Design: Enumeration of kinematic Structures According to Function (Advanced Topics in Mechanical Engineering Series), First Edition; CRC, 2000: ISBN-13 978-0849309014</p> <p>[7] Hahn, H.: Rigid Body Dynamics of Mechanisms, 1 Theoretical Basis; Springer, 2002: ISBN 978-3-540-42373-7</p> <p>[8] Hahn, H.: Rigid Body Dynamics of Mechanisms, 2 Applications; Springer, 2003: ISBN 978-3-540-02237-4</p> <p>[9] <i>Mechanism and Machine Theory</i>; Elsevier, ISSN 0094-114X</p>
110	<p>NELINEARNA NIHANJA STRUKTUR</p> <p>Eksperimentalna modalna analiza, obratovalna modalna analiza. Identifikacija ter obravnavanje lokaliziranih nelinearnosti v kompleksnih strukturah ter njihovo veljavno</p>

	<p>modeliranje. Spektralne analize pri eksperimentalnem delu v dinamiki. Nelinearne in parametrične metode. Fourierjeva razčlemba v frekvenčnem prostoru, diskretna Fourierjeva transformacija. Uporaba spektralnih analiz višjih redov za detekcijo nelinearnosti s poudarkom na bispektralnih ter bikoherenčnih analizah. Problem kvalitete cenilk. Uporaba valčnih analiz za nestacionarno dinamiko. Določevanje lastnih frekvenc, modalnega dušenja ter lastnih oblik z uporabo zvezne valčne transformacije. Modeliranje ter identifikacija strukturnega dušenja. Problematika robnih in vmesnih pogojev, modeliranje ter identifikacija. Obravnava dinamike v faznem prostoru, pravem ter rekonstruiranem. Določevanje nelinearnih lastnih oblik. Uporaba nelinearne dinamike struktur v tehniških sistemih za prepoznavo napak ter vibracijskega obnašanja.</p> <p>[1] N.M.M.Maia, J.M.M.Silva: Theoretical and Experimental Modal Analysis, Research Studies Press, 1997 – izbrana poglavja [2] K. Worden, G.R. Tomlinson: Nonlinearity in Structural Dynamics: Detection, Identification and Modelling, IoP Publishing, 2001 [3] S. Braun: Discover Signal Processing, An Interactive Guide for Engineers, John Wiley & Sons, 2008 [4] K Shin, J.K.Hammond: Fundamentals of Signal Processing for Sound and Vibration Engineers, John Wiley & Sons, 2008 [5] A.H. Nayfeh, D. Mook: Nonlinear Oscillations, John Wiley & Sons, 1995– izbrana poglavja [6] S. Mallat: A Wavelet Tour of Signal Processing, 2nd ed., Academic Press, 2001– izbrana poglavja [7] Nikias C.L. , A. Petropulu: Higher order spectra analysis, a nonlinear signal processing framework, Prentice Hall, 1993</p>
111	<p>OBRATOVALNA TRDNOST</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obratovalna trdnost v razvojnem, izdelovalnem, obratovalnem, vzdrževalnem in reciklažnem tehniškem sistemu. • Obratovalno stanje (konstrukcija, obremenitve, vpliv okolja, zdržljivost, zanesljivost). • Razvojni postopek (oblikovanje, vrednotenje). • Obremenitve (mehanske, termo-mehanske, toplotne, nevtronsko sevanje, kemične). • Obremenitve v časovnem in frekvenčnem prostoru (deterministične, naključne, stacionarne, ergodične, spektri itn.). • Vrednotenje obremenitev (števne metode, obremenitveni kolektivi, spektri energijske gostote, verjetnost realizacije, teorija maksimumov, perioda vračanja). • Poškodbe (mehanske, mehansko-termične, toplotne itn.). • Trenutne poškodbe in poškodbe zaradi utrujanja. • Poškodbeni fenomeni, kriteriji. • Trenutne poškodbe (zlomi, trki, ekstremni dogodki). • Utrujanje (malociklično, časovno-velikociklično, trajnodinamično). • Hipoteze o akumulaciji poškodb. • Poškodbe (do nastanka tehnične poškodbe, rast poškodbe). • Malociklično in časovno utrujanje (napetostni in deformacijski pristop, modeli utrujanja, parametrični in nelinearni popisi stanj in vplivnih parametrov). • Trajnodinamično utrujanje (metode za ugotavljanje zdržljivosti, Palmgreen-Minerjeve hipoteze: originalna, modificirana, Haibachova itn.). • Obratovalna trdnost (raztrosi obremenitvenih in zdržljivostnih stanj, verjetnost okvare). • Kriteriji za vrednotenje razvojnih rešitev (RMS kriteriji). • Efektivnost izdelkov in sistemov (pripravljenost za obratovanje, zanesljivost, elastičnost). • Zanesljivost (preseki verjetnostnih prostorov, metode opredeljevanja, ugotavljanja in merjenja). • Modeliranje zanesljivosti (vpliv strukture, modeli). • Računalniška podpora modeliranju zanesljivosti (standardna, specifična, komercialna). • Metode verifikacije modelov.

	<ul style="list-style-type: none"> • Eksperimenti v obratovalni trdnosti (preskusi za ugotavljanje obremenitvenih in obratovalnih stanj, preskusi materialnih parametrov, preskusi za podporo modeliranju in simulacijam, preskusi za ugotavljanje poškodb). • Preskuševališča (standardna, specifična). • Merilne tehnike v obratovalni trdnosti. <p>[1] O. Buxbaum: Betriebsfestigkeit, Verlag Stahleisen, 1992.</p> <p>[2] E. Haibach: Betriebsfestigkeit: Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung, VDI, 1989.</p> <p>[3] J.D. Andrews, T.R. Moss: Reliability and risk assessment, Longman Scientific & Technical, 1993.</p> <p>[4] A. Birolini: Quality and reliability of technical systems: theory, practice, management, Springer Verlag, 1994.</p> <p>[5] C.E. Ebeling: An introduction to reliability and maintainability engineering, McGraw-Hill, 1997.</p> <p>[6] D.J. Smith: Reliability, maintainability, and risk: practical methods for engineers, Butterworth-Heinemann; Woburn, 2001.</p> <p>[7] J. Lemaitre, J.L. Chaboche: Mechanics of solid materials, Cambridge University Press, 2000. – Izbrana poglavja</p> <p>[8] S. Suresh: Fatigue of Materials, Cambridge University Press, 2004.</p> <p>[9] N.E. Dowling: Mechanical behaviour of materials, Prentice Hall, 1999.</p> <p>[10] Farahmand: Fatigue and fracture mechanics of high risk parts, Chapman & Hall, 1997.</p>
112	<p>RAZVOJNI POSTOPKI V LETALSTVU</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evolucija letalskih struktur (gradiva, tehnologija, zmogljivosti) • Tipologija in sistematika letal (uporaba, geometrija, komponente) • Osnove konstruiranja letal (principi, specifikacije, predpisi) • Obremenitve letala (osnove, bremena v letu, na zemlji) • Napetosti v strukturi (strižne, natezne, torzijske) • Deformacije • Stabilnost konstrukcijskih elementov • Gradiva v letalstvu (lastnosti, tehnologija, preizkusi) • Osnovni elementi gradnje in sistemi • Različne konfiguracije letal (z repom, leteče krilo, kanard, tandem krilo) • Uporaba kompozitnih gradiv (laminati, satovje, vlakna) • Konstruiranje posameznih delov letala • Pregled strukture letala • Tehnične publikacije v letalstvu • Standardni letalski deli • Popravila strukture letal <p>[1] Bruhn, E.F.: <i>Analysis and Design of Flight Vehicle Structures</i>, Jacobs Publishing, 1973</p> <p>[2] Charles J.A., Crane F.A.A. and Furness: <i>Selection and use of engineering materials</i>, Butterworth Heinemann 1997</p> <p>[3] Dowell, E.H.: <i>A Modern Course in Aeroelasticity</i>, Kluwer Academic Publishers, 1995</p> <p>[4] Nicolai, L.M.: <i>Fundamentals of Aircraft Design</i>, METS, Inc., 1975</p> <p>[5] Niu, M.C.Y.: <i>Airframe Structural Design</i>, Hong Kong Conmilit Press, 1997</p> <p>[6] Niu M.C.Y.: <i>Composite airframe structures</i>, Hong Kong Conmilit Press Ltd, 1996</p> <p>[7] Perry D.J. & Azar J.J.: <i>Aircraft Structures</i>, McGraw-Hill, 1982</p> <p>[8] Raymer, D.P.: <i>Aircraft Design: A Conceptual Approach</i>, AIAA, 1992.</p> <p>[9] Roskam J.: <i>Airplane Design, Part I/II/III/IV/V/VI/VII</i>, Roskam Aviation and Engineering Corporation 1997</p> <p>[10] Stinton D.: <i>The Design of the Airplane</i>, Blackwell Science, 1995</p> <p>[11] Torenbeek E.: <i>Synthesis of Subsonic Airplane Design</i>, Kluwer Academic Press, 1982</p> <p>[12] Wilkinson R.: <i>Aircraft Structures & Systems</i>, Longman 1996</p> <p>[13] Atluri S.N., Sampath S.G., Tong P.: <i>Structural Integrity of Aging Airplanes</i>, Springer-Verlag 1990</p>

	<p>[14] Baker A.A., Jones R.: Bonded Repair of Aircraft Structures, Martinus Nijhoff Publishers 1988</p> <p>[15] Bifulchi : Aircraft Maintenance and Repair, 1987</p> <p>[16] Douglas C. L.: Nondestructive Testing for Aircraft, Jeppesen Sanderson 1994</p> <p>[17] Jeppesen: Advisory Circular – Acceptable Methods, Techniques, and Practices- Aircraft Inspection and Repair, 1998</p> <p>[18] Jeppesen: Standard Aviation Maintenance Handbook, Jeppesen Sanderson 1985</p>
113	<p>SNOVANJE IN OPTIMIRANJE KONSTRUKCIJ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lupinaste konstrukcije: Membranska in upogibna teorija poljubno obremenjenih rotacijskih lupin. Analitične rešitve v okviru elastomehanike. Sestavljene rotacijske lupine in njihovi izseki. Uporaba končnih (tudi pasovnih) elementov. Stabilnostni problemi lupin. Poliedrične lupine. Problemi v okolici vnosa sil in ob podporah. Zasnova členkov in opornih točk. Zasnova lupinastih in mešanih konstrukcij za različne namene. Celične strukture ogrodij strojev. • Optimalno snovanje: Proces snovanja. Formulacija optimalnega snovanja. Spremenljivke pri snovanju in optimiranju. Problemi optimalnega snovanja brez omejitev. Problemi optimalnega snovanja z omejitvami. Lagrange-ovi multiplikatorji. Karush-Kuhn - Tuckerjevi potrebni pogoji. Analitično reševanje nalog s področja optimiranja. Numerično reševanje nalog s področja optimiranja. Snovanje glede na najmanjšo porabo gradiva. Snovanje glede na najmanjše stroške. Interaktivno optimalno snovanje. Optimalno snovanje konkretnih konstrukcij. <p>[1] W. Flügge: Stresses in shells, 2nd edition, Springer Verlag, 1973.</p> <p>[2] J. Wiedemann: Leichtbau, 2 Bd, Springer Verlag, 1996.</p> <p>[3] G.N. Vanderplaats: Numerical optimization techniques for engineering design, McGraw-Hill, 1984.</p> <p>[4] J.S. Arora: Introduction to optimum design, Second edition, Elsevier Academic Press, 2004.</p> <p>[5] J. Farkas, K. Jarmai: Analysis and optimum design of metal structures, Brookfield: A.A.Balkema, 1997.</p> <p>[6] A.A. Seireg, J. Rodriguez: Optimizing the shape of mechanical elements and structures, Marcel Dekker, Inc., 1997.</p> <p>[7] Y.M.: Xie, G.P. Steven: Evolutionary Structural Optimization; Springer, 1997</p>
114	<p>STABILNOST</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ravnotežna in energijska metoda za eksaktno reševanje uklona palic in plošč v elastičnem in plastičnem območju. • Posebni primeri preskoka sistema. • Veljavnost klasičnih rešitev po teoriji II. reda in uporabnost rezultatov v elastičnem in elastoplastičnem območju. • Stabilnost konstrukcijskih elementov iz viskoelastičnega gradiva. • Posebni primeri zvrnitve nosilcev in sistemov. • Vpliv sestavljenih zunanjih obremenitev na izbočitev. • Nosilnost plošč v nadkritičnem območju. • Lokalna stabilnost večslojnih plošč. • Kinetična stabilnost. • Teorija velikih deformacij. • Splošni upogibno - torzijski problem vitkih palic. • Eksperimentalne metode: Southwell-ova metoda, metoda dinamičnega kriterija stabilnosti, metoda prevojne točke. • Metode modelne mehanike. <p>[1] Timošenko, S.: Theory of elastic stability.- New York: McGraw-Hill, 1985</p> <p>[2] Pflüger, A.: Stabilitätsprobleme der Elastostatik,- Berlin: Springer, 1964</p> <p>[3] Volmir, A.S.: Ustojčivost deformiruemym sistem.- Moskva: Nauka, 1967</p> <p>[4] Drozdov, A.D.: Stability in viscoelasticity.- Amsterdam: Elsevier, 1994</p> <p>[5] Iyengar, N. G. R.: Structural stability of columns and plates.- New York: Ellis Horwood,</p>

	1987
115	<p>TEHNIČNA DIAGNOSTIKA</p> <p>Uvod v tehnologije vzdrževanja. Teorija okvar; Zanesljivost, Vzdrževalnost in Razpoložljivost. Izvori poškodb in metode za analizo; makroskopske in optične analize. Rentgenske analize in analize z Rastrskim elektronskim mikroskopom. Indikatorji poškodb. Tehnike za spremljanje indikatorjev poškodb; vibracije, akustika, analize olja in delcev v olju, termografija. Nedestruktivne metode za analizo poškodb; penetracija, ultrazvok, akustična emisija, endoskopija, magnetni fluks. Zajemanje signalov. Metode za procesiranje signalov. Diagnostika na osnovi analize signalov. Metode za napoved preostale življenjske dobe komponent. Konstruiranje diagnostičnega sistema.</p> <p>[1] Cornelius Scheffer, Paresh Girdhar: Machinery Vibration Analysis- predictive maintenance. Elsevier, 2004</p> <p>[2] Donald E. Bently, Charles T. Hatch: Fundamentals of Rotating machinery Diagnostics. Bently pressurized bearing press, 2002</p> <p>[3] Bolotin, V.V.: Prediction of service life for machines and structures.- New York: ASME, 1989</p> <p>[4] Grosch, J.: Schadenskunde im Maschinenbau: charakteristische Schadensursachen- Analyse und Aussagen von Schadensfällen / Johann Grosch und Mitautoren.- 2., völlig neuberbeitete Aufl.- Renningen-Malmsheim: Expert, 1995</p> <p>[5] Handbook of condition monitoring / ed. by B.K.N. Rao.- Oxford: Elsevier, 1996</p>
116	<p>TEHNIČNI INFORMACIJSKI SISTEMI</p> <p>Pregled gradnikov in strukture tehničnih informacijskih sistemov (PDM/PLM), vloga v proizvodnem podjetju in virtualni projektni skupini. Proizvodni informacijski sistem, izdelek ali storitev kot nosilec procesa.</p> <p>Metode za analizo informacijskih tokov v podjetju: funkcijski diagrami IDEF0, ARIS, organizacijski model, tok dokumentov, oddelčno časovni diagrami, model komunikacije, simulacije procesov, Petri mreže ipd.</p> <p>Modeliranje podjetja, podatkov in procesov. E/R diagrami, EXPRESS jezik, objektni modeli. Podatkovni modeli za tehnike: STEP standard za izmenjavo in inženirski model izdelka od zasnove do proizvodnje in vzdrževanja.</p> <p>Popis izdelka ali storitve s podatki skozi celoten življenjski cikel. Spremljanje izdelka skozi življenjski cikel. Prepoznavanje procesa v proizvodnji in generiranje podatkov o izdelku.</p> <p>Funkcionalnost poslovno – proizvodnih informacijskih sistemov (ERP).</p> <p>Funkcionalnost tehničnih informacijskih sistemov (PDM/PLM).</p> <p>Pregled modulov iz področja tehničnih informacijskih sistemov: upravljanje z dokumenti, naravna klasifikacija, razvojna stanja gradnikov in dokumentov, pretok informacij in dokumentov, kosovnice: variantna, strukturna, modularna, povezava s CAD/CAM orodji, povezava s projektnim vodenjem.</p> <p>Osnove o varovanju podatkov: varnostne kopije, kontrola dostopa, varnost v medmrežju, identifikacija uporabnikov. Dolgoročno arhiviranje podatkov, zakonske zahteve, standardi (EDI, SGML). Tehnični informacijski sistem kot baza znanja in temelj za delo v virtualni razvojni skupini.</p> <p>Referenčni primeri rešitev za različne vrste podjetij z masovno, serijsko ali posamično proizvodno za značilne procese kot so obvladovanje tehničnih sprememb, tehnična dokumentacija, sistemi kakovosti.</p> <p>Postopek uvajanja tehničnega informacijskega sistema v proizvodno podjetje ali v virtualno razvojno skupino.</p> <p>[1] Rude S.: Wissenbasiertes Konstruieren, Shaker Verlag, Aachen, 1998</p> <p>[2] Prasad B.: Concurrent Engineering Fundamentals, Vol. I Integrated product and process, Prentice Hall 1996</p> <p>[3] Stefan Brandner, Markus Kelch, Helmut Stengele, Martin Eigner, Alexander Suhm, Gunther Reinhart,: EDM Engineering Data Management, Seminarberichte, IWB, 1996</p> <p>[4] August- Wilhelm Scheer: ARIS - Architecture and Reference Models for Business Process Management, Springer 2000</p> <p>[5] Stark, J.: Engineering information management systems: beyond CAD/CAM to concurrent engineering support.- New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.- (Automation in</p>

	manufacturing series)
117	<p>TEORIJA KONSTRUIRANJA</p> <p>Deskriptivni in preskriptivni modeli pri konceptualizaciji. Iskanje priložnosti za nove izdelke. Analiza problema in abstrakcija. Sinteza tehničnega procesa. Formiranje konstrukcijskih zahtev in »benchmarking«. Funkcijski in pomenski zakoni. Veriženje fizikalnih zakonov. Sinteza osnovnih shematiziranih funkcijskih nosilcev (wirk elements). Sinteza in povezovanje delovnih principov (work principles). Sinteza elementarnih tehničnih sistemov s pomočjo veriženja fizikalnih zakonov in komplementarnih shem. Metode za evaluacijo in selekcijo konceptov. Opredelitev raziskovalnih in razvojnih nalog v posameznih fazah razvojno-konstrukcijskega procesa. Metode v CAD. Model kolaborativnega razvoja izdelkov, značilnosti 2-D in 3-D modeliranja. Relacije med 2-D in 3-D prostorom. Značilni predstavitveni modeli. Baza geometrijskih podatkov. Zahteve za grafične jezike.</p> <p>[1] Hubka, V., Eder, W.E. Theory of Technical Systems: A Total Concept Theory for Engineering Design, Springer-Verlag, Berlin.</p> <p>[2] Suh, Nam P. Axiomatic design: advances and applications, New York: Oxford University Press, 2001</p> <p>[3] Roozenburg, N.F.M., Eekels, J. Product design: fundamentals and methods, Chichester: John Wiley & Sons, 1995</p> <p>[4] Chakrabarti, A. Engineering design synthesis: understanding, approaches, and tools, London : Springer, cop. 2002</p> <p>[5] Nachtigall, W., Bionik : Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler, 2., vollständig neu bearbeitet Aufl., Berlin [etc.] : Springer, 2002</p> <p>[6] Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K-H. Konstruktionslehre : Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung Methoden und Anwendung, 7. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer, 2007 (selected chapters)</p> <p>[7] Eris, O. Effective inquiry for innovative engineering design, Boston: Kluwer Academic Publishers, cop. 2004</p> <p>[8] Farin, G. Curves and surfaces for CAGD : a practical guide, 5th ed., San Francisco: M. Kaufmann, 2002</p>
118	<p>TEORIJA TERMOPLASTIČNOSTI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definicija reprezentativnega volumna in materialne točke. Osnovni pojmi o reoloških modelih. Konstitucijske enačbe termoplastičnosti. Kriteriji plastičnega tečenja. Pristopi k modeliranju smeri plastičnega toka. • Nepovračljivost plastičnega odziva in posledice. Utrjevanje, elastična in plastična anizotropija. Ciklično obremenjevanje. • Vpliv temperature na plastični odziv. • Definicija termoplastičnega robnega problema in njegovo reševanje. Splošni teoremi in energijski izreki. • Torzija in upogib v elastoplastičnem območju. Ravninska in osnosimetrična elasto-plastična stanja. Stabilnost elastoplastičnega ravnovesja. Teorija mejnih stanj. • Teorija drsnih linij in karakteristik. • Problematika eksperimentalnega določanja snovnih lastnosti elastoplastičnega odziva. • Mehanika preoblikovalnih in odrezovalnih procesov. <p>[1] W.F. Hosford, R.M. Caddell: Metal Forming: Mechanics and Metallurgy, Cambridge University Press, 2007</p> <p>[2] H.C.Wu: Continuum Mechanics and Plasticity, Chapman&Hall/CRC, 2005.</p> <p>[3] Thermal stresses 1 (Mechanics and mathematical methods; a series of handbooks; 1), North-Holland, 1986.</p> <p>[4] A.Mendelson: Plasticity: theory and application, McMillan Comp., 1986.</p> <p>[5] R.Hill: The matematical theory of plasticity, 6th edition, The Clarendon Press, 1971.</p>
119	<p>TEORIJA VISKOELASTIČNOSTI</p> <p>Vedenje polimernih materialov in pripadajočih kompozitov in nanokompozitov se spreminja s časom. Na to časovno odvisnost močno vplivajo temperatura, tlak, vlaga, ter velikost in</p>

	<p>oblika mehanske obremenitve. Analiza teh odvisnosti je vsebina tega predmeta. Definicija osnovnih fizikalnih pojmov in konceptov. Značilnosti časovno-odvisnega vedenja materialov in konstrukcij. Značilnosti nelinearnega časovno odvisnega vedenja polimerov, kompozitov, nanokompozitov in hibridnih materialov. Strukturne razlike med materiali in njihov vpliv na časovno odvisne mehanske lastnosti. Problem mejne plasti. Kritična nanodimenzija polnil in vlaken. Materialne funkcije v časovnem in frekvenčnem prostoru. Problemi reševanja inverznega problema Fredholmovih integralov prvega reda. Mehanski spekter. Algoritem Emri-Tschoegl. Vpliv temperature, tlaka in vlage. Absorpcija energije pri dinamični obremenitvi. Fizikalno staranje. Nelinearni viskoelastični model Knauss-Emri.</p> <p>[1] Emri, I.: Viscoelasticity and Applications, - Lecture Notes on AE 221.- Pasadena, CA: California Institute of Technology, 2001</p> <p>[2] Ferry, J.D.: Viscoelastic Properties of Polymers.- 3rd ed.- New York: J. Wiley & Sons, 1980</p> <p>[3] Schwarzl: Mechanische Eigenschaften von Polymeren.- Springer-Verlag, 1990</p> <p>[4] Tschoegl, N.W.: The Phenomenological Theory of Linear Viscoelastic Behavior.- Springer-Verlag, 1989</p> <p>[5] Emri, I.: Rheology of Solid Polymers; <i>Rheology reviews 2005</i>. [S.l.]: British Society of Rheology, 2005, str. 49-100.</p> <p>[3] Wineman, A.S., Rajagopal, K.R.: Mechanical Response of Polymers, an Introduction; Cambridge University Press, 2000</p>
120	<p>TRANSPORTNI SISTEMI IN LOGISTIKA</p> <p>Transportni sistemi in specifični problemi. Sodobna žerjavogradnja in specifičnost funkcij: dinamika na vrveh obešenega bremena, dinamika in dimenzioniranje nosilnih elementov in konstrukcij žerjavov. Transportni sistemi za kontinuirani transport: dinamika in deformabilnost elementov tračnih transporterjev, obratovalne razmere in specifikke žičniških naprav, značilnosti pri pnevmatskih transporterjih.</p> <p>Logistika in transportni sistemi ter kompleksi. Teoretske osnove tehniške logistike. Predstavitev modelov in sistemov. Logistika produkcije in oskrbovalna logistika. Proizvodna logistika in logistika skladišč. Dobavna veriga in logistični sistemi ter distribucijska logistika. Logistika gradnje tehniških sistemov.</p> <p>[1] C. Seeßelberg: <i>Kranbahnen, Bemessung und konstruktive Gestaltung</i>; Bauwerk Verlag GmbH, Berlin 2005</p> <p>[2] Verschoof J.: <i>Cranes - Design, Practice, and Maintenance</i>; Second edition, Professional Engineering Publishing, 2002</p> <p>[3] H.Buhrke, H.J.Kecke, H.Richter: <i>Strömungsförderer</i>; VEB Verlag Technik, Berlin, 1988</p> <p>[4] Dieter Arnold: <i>Materialflusslehre, 2. verbesserte Auflage</i>, Vieweg 1998</p> <p>[5] Heinrich Martin: <i>Transport- und Lagerlogistik; Planung, Aufbau und Steuerung von Transport- und Lagersystemen</i>; Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig, 1995</p> <p>[6] Carlos F. Daganzo: <i>Logistic Systems Analysis</i>; Springer Verlag, 1999</p> <p>[7] Martin Christopher :<i>Logistics & Supply Chain Management: creating value-adding networks (3rd Edition) (Financial Times Series)</i>, 2005</p> <p>[8] Roger Stough: <i>Intelligent Transport Systems: Cases and Policies (Hardcover)</i>, 2001</p>
121	<p>TRIBOLOGIJA</p> <p>1. Uvod: zgodovinski in ekonomski vidiki.</p> <p>2. Osnove površin: geometrijska, realna, parametri za določanje površin, merilne metode, indeks plastičnosti.</p> <p>3. Osnove kontaktov: oblike kontaktov, Hertzov kontakt, kontakti z in brez trenja.</p> <p>4. Maziva in mehanizmi mazanja: bazna olja, aditivi, formulirana olja, masti, trda maziva, fizikalno-kemijske in mehanske lastnosti, hidrodinamično, elastohidrodinamično, hidrostatično, mejno, mešano.</p> <p>5. Trenje: vzroki, nastanek, oblike, vplivi.</p> <p>6. Obraba: mehanizmi in oblike obrabe.</p> <p>7. Površinske analize: topografija, hrapavost, SEM, EDS, XPS, AES, AFM, STM, TEM</p> <p>8. Tribološki vidiki uporabe: drsni ležaji, kotalni ležaji, zobniki, tesnila,</p>

	<p>[1] Williams, J.A.: Engineering tribology.- Oxford [etc.]: Oxford University Press, 1994.- (Oxford science publications)</p> <p>[2] Suh, N.P.: Tribophysics.- Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986</p> <p>[3] Stachowiak, G.W., Batchelor, A.W.: Engineering tribology.- Amsterdam [etc.]: Elsevier, 1993.- (Tribology series; 24)</p> <p>[4] Stolarski, T.A.: Tribology in machine design.- Reprinted.- Oxford [etc.]: Butterworth-Heinemann, BH, 2000</p> <p>[5] Blau, P.J.: Friction science and technology.- Marcel Dekker, inc., 1995</p> <p>[6] CRC handbook of lubrication / edited by E. Richard Booser.- 7th ed.- Boca Raton: CRC Press, 1990</p> <p>[7] Hutchings, I.M.: Tribology: friction and wear of engineering materials.- London ... [etc.]: Edward Arnold, cop. 1992.- (Metallurgy & materials science series)</p>
201	<p>EKOLOGIJA DELOVNEGA IN BIVALNEGA OKOLJA</p> <p>Predavanja (izbrana poglavja na tematiko): Uvod v vsebine, namen predmeta in program, kompetence. Človek in ekologija okolja. Vpliv sistemov okolja na delovno in bivalno okolje v korelaciji s človekom. Termoregulacija človeka. Vplivi parametrov atmosfere na delovno in bivalno okolje. Parametri in kriteriji delovnega in bivalnega notranjega okolja ter bivalna cona. Modeli, metode in kriteriji za določevanje, analizo in ovrednotenje (notranjega) okolja. Toplotno okolje in vplivi na ugodje in zdravje človeka in/ali predmet. Kakovost (higiena) zraka in vplivi na človeka in/ali predmet. Higijenske zahteve za prezračevanje in klimatizacijo. Škodljive in tipične primese v zraku. Razporeditev primese v prezračevanih prostorih. Učinkovitost njihove odstranitve, konservativni in nekonservativni sistemi. Vplivi stavbnih materialov in inštalacij v stavbi na ekologijo človeka in/ali predmet. Sick Building Syndrom (SBS), vzroki, posledice in rešitve. Inženirske zahteve pri ogrevanju, hlajenju, prezračevanju, ovlaževanju in sušenju zraka, ter klimatizaciji. Olfaktometrija. Modeli disperzije vonjav. Fizikalni mehanizem transporta primese. Prezračevanje, učinkovitost prezračevanja, starost zraka. Industrijsko prezračevanje. Čisti prostori. Simulacija toplotnega okolja in kakovosti zraka na delovnem mestu z uporabo računalniške dinamike fluidov. Računalniška dinamika fluidov pri načrtovanju prezračevanja (matematične osnove, modeli turbulence, numerične metode, robni pogoji, kontrola kakovosti, CFD v kombinaciji z drugimi napovedanimi modeli, aplikacija CFD zakonitosti pri načrtovanju stavb). Notranje okolje in produktivnost. Kvantitativna zveza med notranjo okoljsko odličnostjo, lastnostmi dela v pisarnah in zdravstvenimi težavami oz. vplivi na predmete. Napoved kakovosti zraka z računalniško dinamiko fluidov. Napredno notranje okolje -delovna storilnost – stroški - zdravje. Seminarji (kot primer): Nizkoenergijske stavbe in ekologija notranjega okolja. Nizkoemisijsko okolje (stavbe). Produktivnost in delovno okolje. Vpliv gibanja zraka in turbulence na ugodje in zdravje človeka. Inženirske zahteve načrtovanja pri specifičnih delovnih ali bivalnih okoljih. Vpliv vtoka svežega zraka na delovno storilnost. Kako integrirati produktivnost v stroške življenjske dobe stavbnega vzdrževanja? Delovno in bivalno okolje v korelaciji z zdravstvenim absentizmom. Individualno izbrane teme.</p> <p>[1] C. Streffer all: Environmental standards. Combined exposures and their effects on human beings and their environment. Springer – Verlag, Berlin, 2003.–Izbrana poglavja.</p> <p>[2] R.N. Reeve: Introduction to environmental analysis. Analytical techniques in the sciences. John Wiley & Sons, Chichester, 2002. – Izbrana poglavja.</p> <p>[3] de N. Nevers: Air pollution control engineering. McGraw-Hill, New York, 1995.</p> <p>[4] E. Mundt and all: Ventilation effectiveness, REHVA Guidebook 2, Brussels 2004.</p> <p>[5] Wargocki P. and all. Indoor climate and productivity in offices, REHVA Guidebook 6, Brussels, 2006.</p> <p>[6] R. Reeve: Introduction to Environmental analysis. John Willey & sons, LTD., Chichester, 2002. - Izbrana poglavja.</p> <p>[7] P. Pasanen et all: Cleanless of ventilation system. REHVA Guidebook 8, Brussels, 2007.</p>

202	<p>EKSPERIMENTALNO MODELIRANJE V ENERGETSKEM STROJNIŠTVU</p> <ul style="list-style-type: none"> - Osnovni koncepti merilnih metod, - Merilna negotovost sestavljenih merilnih sistemov - Zajemanje merilnih signalov in digitalizacija v sestavljenih merilnih sistemih - Pogoste merilne napake in kako jih odpravimo - Uvod v eksperimentalno modeliranje - Enostavni regresijski modeli - Druge regresijske metode - Merilne tehnike in orodja na področju energetskega strojništva - Obnašanje merilnih sistemov na področju energetskega strojništva - Snovanje eksperimentov in analiza na izbranih primerih - Analiza regresijskih modelov <p>[1] B. Širok , B. Blagojević, P. Bullen: Mineral wool : production and properties. Cambridge: Woodhead, 2008. X, 185 str., ilustr.</p> <p>[2] B.Širok, M.Dular, B.Stoffel: Kavitacija. 1. natis. Ljubljana: i2, 2006. 164 str.</p> <p>[3] Douglas C. Montgomery: Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons, INC, 5th Edition, 2001, 684 str.</p> <p>[4] Richard S. Figliola, Donald E. Beasley: Theory and Design for Mechanical Measurements. John Wiley & Sons, Inc., 4th Edition, 2005, 560 str.</p>
203	<p>IZBOLJŠAN PRENOS TOPLOTE</p> <p>Predavanja, ki se začno z uvodom v izboljšani prenos toplote, zajemajo mnoge tehnike, ki so bile razvite za izboljšanje konvektivnega prenosa toplote. Tehnike so razvrščene, podan je tudi uvod v širšo literaturo. Predstavljena je uporaba različnih oblik prenosa toplote: enofazna prosta konvekcija, enofazna prisilna konvekcija, integralna hrapavost, vrenje, konvektivno vrenje, parno-prostorska kondenzacija in konvektivna kondenzacija ter nesnaga. Zajete so tako pasivne tehnike izboljšanja prenosa toplote (ne potrebujejo zunanje energije) kot aktivne tehnike (potrebujejo zunanjo energijo) ter sestavljene tehnike (istočasno delujoče dve ali več tehnik). Precej pozornosti je posvečeno določitvi karakteristik tako enofaznega kot tudi dvofaznega prenosa toplote, nečistoči, aditivom za pline in kapljevine, nanofluidom, mikrokanalom ter prenosu toplote pri hlajenju elektronskih komponent. Študentje se učijo kako izbrati ustrezno tehniko izboljšane prenosa toplote za eno in večfazne tokove in kako določiti cenilne kriterije za izboljšanje prenosa toplote. Napredno izboljšanje predstavlja tretjo in v povezavi s hkratno delujočimi različnimi aktivnimi tehnikami četrto generacijo tehnologije prenosa toplote.</p> <p>[1] Webb R.L.: Principles of enhanced heat transfer. Second edition, Taylor& Francis, Boca Raton, 2005.</p> <p>[2] Bergles A.E., Jensen M.K., Shome B.: Bibliography on enhancement of convective heat and mass transfer: Heat transfer laboratory report, HTL-23, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, 1995.</p> <p>[3] Thome J.R.: Enhanced boiling heat transfer. Hemisphere, New York,1990.</p> <p>[4] Sobhan C.B., Peterson G.P.: Microscale and nanoscale heat transfer. Fundamentals and engineering applications. CRC Press, Boca Raton, 2008.</p>
204	<p>MODELIRANJE MOTORJEV Z NOTRANJIM ZGOREVANJEM</p> <ul style="list-style-type: none"> - Razvrstitev modelov za simulacijo procesov v motorjih z notranjim zgorevanjem (MNZ) - Vodilne enačbe modelov - Izbira ustrezne simulacijske domene - Izbira ustreznih simulacijskih modelov - Metode reševanja vodilnih enačb - Natančnost in časovna zahtevnost simulacijskih modelov - Modeli lastnosti delovnega medija - Modeli prestopa toplote v MNZ - Modeli kinetike kemijskih reakcij v MNZ - Modeli krmiljenja in termoregulacije MNZ

	<ul style="list-style-type: none"> - Sklopitev modela MNZ z modelom vozila in simulacija preizkusnih ciklov - Sklopitev modela MNZ z modelom hibridnega pogonskega sklopa - Modeliranje učinkovitosti energijskih pretvorb in emisij škodljivih snovi v MNZ <p>[1] J.B.Heywood: Internal combustion engine fundamentals, McGraw-Hill, N.York,1988, izbrana poglavja</p> <p>[2] C.F.Taylor: The Internal combustion engine in theory and praxis, Vol.1 – thermodynamics, fluid flow, performance, The MIT Pres, Massachusetts, 1986</p> <p>[3] D.E. Winterbone and R.J. Pearson: Theory of Engine Manifold Design. Professional Engineering Publishing Limited, UK, 2000, izbrana poglavja</p> <p>[4] R.S. Benson: The Thermodynamics and gas dynamics of Internal Combustion Engines, Volume I, Clarendon Press, Oxford, 1982, Izbrana poglavja [1] M.B. Allen, I. Herrera, G.F. Pinder: Numerical Modeling in Science and Engineering, John Wiley & Sons, 1988. - Izbrana poglavja</p>
205	<p>OGREVANJE IN HLAJENJE</p> <p>Pomen ogrevanja in hlajenja za človeško zdravje in delazmožnost v stavbah. Termodinamična analiza grelnih, hladilnih in klimatskih procesov. Raba primarne energije za ogrevanje in hlajenje. Eksergijska analiza procesov. Načini in ukrepi za izvedbo nizko exergijskih grelnih in hladilnih procesov. Zmanjšanje vplivov na okolje z alternativnimi viri energije.</p> <p>Statično in dinamično modeliranje procesov pretvorbe in rabe energije. Simulacija delovanja grelnih, hladilnih in klimatskih naprav. Optimizacija ogrevalnih, hladilnih in klimatskih sistemov glede na tehnično primernost in ekonomsko učinkovitost. Kombinirani sistemi z izkoriščanjem obnovljivih virov energije.</p> <p>Klasični in sorpcijski hladilniki gnani s toplotnimi kompresorji. Obrnljive toplotne črpalke gnane z električno energijo ali z odvečno toploto iz industrijskih procesov. Povezani grelno hladilni sistemi z izrabo odvečne toplote kondenzatorjev za sočasno hlajenje in ogrevanje objektov. Ekonomska analiza obratovalnih režimov ter optimizacija delovanja glede na minimalne letne stroške.</p> <p>Sodobni sistemi oskrbe objektov z grelno in hladilno energijo. Kogeneracija in trigeneracija. Daljinski energetski sistemi. Daljinsko ogrevanje in daljinsko hlajenje.</p> <p>Napredne ogrevalne, hladilne in klimatske naprave in sistemi. Ocena stroškov inštalacij ogrevanja, hlajenja in klimatizacije v življenjskem krogu (LCCA). LCC management, metode in orodja. Energijska študija posameznih sistemov, primerjava in vplivi na okolje. Delovanje stavbe in management. Industrijske aplikacije. Komisisoning. Energijsko povezane aplikacije (geotermalna, uporaba sončne energije, toplotni hranilniki, ...). Hibridni sistemi z uporabo fazno spremenljivih snovi (PCM).</p> <p>[1] Kotas, T.J.: The Exergy methods of thermal plant analyses.- London: Butterworths, 1985.</p> <p>[2] Stoecker, W.F.: Design of thermal systems.- 3rd ed.- New York /etc.): McGraw-Hill, 1989.</p> <p>[3] Gosney, W.B.: Principles of refrigeration.- Cambridge /etc./: Cambridge University Press, 1982.</p> <p>[4] A. Vadrot, J. Delbes: District cooling handbook, European Marketing Group, October 2001.</p> <p>[5] ASHRAE Handbook: HVAC Systems and Equipment, Atlanta, 2008, izbrana poglavja.</p> <p>[6] ASHRAE Handbook: HVAC Application, Atlanta, 2007, izbrana poglavja.</p>
206	<p>PRENOS TOPLOTE IN SNOVI</p> <p>Nadgradnja znanja o stacionarnem prevodu toplote v eno in večrazsežnem prostoru z in brez izvora toplote. Izboljšane površine za povečanja intenzivnosti prenosa toplote. Razširjene površine. Nestacionarni prevod toplote, Prevod toplote z uporabo Greenovih funkcij. Konvektivni prenos toplote (analitični in empirični pristop) brez fazne spremembe in s fazno spremembo. Stefanov problem. Prenos toplote s sevanjem. Prenos toplote na mikro in nanoskali. Analogija med prenosom impulza energije in snovi. Fickova ekvimolarna in neekvimolarna difuzija v večrazsežnem prostoru v binarnih in v večkomponentnih zmeseh. Difuzija snovi s homogeno kemijsko reakcijo. Konvektivni prenos snovi. Prenos snovi v</p>

	<p>poroznih strukturah. Prenos snovi skozi mejno površino kapljic in mehurčkov. Nestacionarni prenos snovi. Sočasni prenos toplote in snovi.</p> <p>[1] Incropera F.P., DeWitt P.D., Bergman, T.L, Lavine, A.S.: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Sixth Edition, John Wiley and Sons, New York, 2007.</p> <p>[2] Baehr H.D., Stephan K.: Heat and Mass Transfer, Springer Verlag, Berlin, 1998.</p> <p>[3] Lienhard IV J.H., Lienhard V J.H.: A Heat Transfer Textbook, Third Edition, Phlogison Press, Cambridge, Massachusetts, 2003.</p> <p>[4] Gašperšič B.: Prenos toplote, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2001.</p> <p>[5] Basmadjian D.: Mass Transfer and Separation Processes, CRC Press, Boca Raton, 2007.</p> <p>[6] Greene G., Cho Y., Hartnett J., Bar-Cohen A.: Advances in Heat Transfer, 39 / serial publications, Elsevier, Oxford, 2006.</p>
207	<p>TEORIJA ZGOREVANJA</p> <p>Fizikalni procesi v plamenu, termodinamična izhodišča, kemijski procesi in reakcijska kinetika. Transportni pojavi in dinamika zgorevanja v stacionarnih kuriščih, pečeh, kotlih. Fizikalne interpretacije zgorevanja različnih goriv in različnih sistemov kurjenja. Zagotavljanje kakovosti zgorovalnih procesov. Potencial kemične energije goriv in njena transformacija. Uplinjanje, ukapljevanje in transformiranje goriv, biomase. Pridobivanje vodika. Napredne premogove tehnologije, alternativna sintetična goriva. Tehnologije zajemanja in shranjevanja ogljikovega dioksida. Nastanek okolju škodljivih snovi pri zgorovalnih procesih in ukrepi za njihovo zmanjševanje, čiščenje produktov zgorevanja.</p> <p>[1] C. K. Law, Combustion Physics, Cambridge University Press, 2006.</p> <p>[2] T. Poinsot, D. Veynante, Theoretical and Numerical Combustion, Second Edition, R.T. Edwards, Inc, 2005.</p> <p>[3] C. Higman, M. Burgt. Gasification, Second Edition, Gulf Professional Publishing, 2008.</p>
208	<p>TERMOENERGETSKA ANALIZA PROCESOV</p> <p>Predmet se po vsebini in pristopu prilagaja tematiki in ciljem študija posameznega kandidata.</p> <p>Osnovni cilj študija je, da se kandidat izobrazí na področju optimiranja izbranih energetskih procesov z energetskih, okoljskih in ekonomskih vidikov. V splošnem vsebuje vsebina predmeta pregled in poglobljen študij izbranih teoretičnih metod, principe aplikacij za posamezne procese in analizo izvedb uspešnega optimiranja izbranih termoenergetskih sistemov v praksi.</p> <p>Predmet v splošnem obsega naslednje vsebine, metode zmanjševanja generiranja entropije, eksergijska analiza procesov, termoe ekonomska analiza, pinch metode, napredni design termoenergetskih sistemov, študij najboljših, trenutno razpoložljivih (BAT) tehnologij v termoenergetiki in njihova aplikacija ter razvojne tendence v energetiki. Obravnavajo se tudi metode preizkušanja kompleksnih termoenergetskih sistemov, vgrajeni modeli, on-line zajemanja in obdelave izmerjenih podatkov, študij nestabilnosti obratovanja in parametrov na zanesljivost izračunov in prehodni pojavi v največjih termoenergetskih sistemih.</p> <p>[1] Avtorji: člani Laboratorija za energetsko strojništvo; Zbirka člankov, objavljenih referatov in izvedenih projektov s področja preizkušanja termoenergetskih postrojenj. Izbor je določen glede na področje, za vsakega kandidata posebej.</p> <p>[2] A.Bejan; Thermal Design and Optimization, John Wiley and Sons, INC. 1996.</p> <p>[3] J. Szargut; Exergy Method, WIT Press, 2005.</p> <p>[4] Yehia M. El – Sayed; The Thermoconomics of Energy Conversions, Elsevier, 2003.</p>
209	<p>TERMOENERGETSKI SISTEMI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uvod: pregled vsebine, namena predmeta, potrebna predhodna znanja in način dela • Pregled in razvrstitev termoenergetskih postrojenj • Sodobni postopki uplinjanja trdnih goriv • Tehnološki postopki za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov in njihov vpliv na

	<p>delovanje termoenergetskih postrojenj (zajem in shranjevanje CO₂)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pristopi matematičnega popisa termoenergetskih sistemov • Modeliranje gradnikov termoenergetskih postrojenj (generatorji toplote, prenosniki toplote, parna turbina, plinska turbina, uplinjevalniki, gorivne celice itd.) • Modeliranje kompleksnih termoenergetskih sistemov in simulacija stacionarnih obratovalnih stanj pri nazivnih parametrih gradnikov in pri delnih obremenitvah • Eksperimentalni pristopi pri določanju kvalitete obratovanja termoenergetskih postrojenj • Metoda analize življenjskih ciklov in njena aplikacija pri vrednotenju termoenergetskih postrojenj • Modeliranje in optimizacijski algoritmi obratovanja termoenergetskih sistemov v širših energetskih omrežjih <p>[1] R. Bachmann, H. Nielsen, J. Warner, R. Kehlhofer: Combined - Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants, Penn Well, 1999</p> <p>[2] L. Drbal, K. Westra, P. Boston: Power Plant Engineering, Champman & Hall, 1995.</p> <p>[3] J. Larminie, A. Dicks: Fuel Cell Systems Explained, John Willey & Sons, 2003</p> <p>[4] P. Kiameh: Power Generation Handbook, McGraw – Hill, 2002</p> <p>[5] R. Bove, S. Ubertini: Modeling Solid Oxide Fuel Cells, Springer 2008</p>
210	<p>VEČFAZNI TOK</p> <p>Kompleksni sistem: vsiljena, projektirana ali ustvarjena hierarhija, spremenljive strukture dvofaznega sistema; cilj: pridobiti znanje o ločevanju skal in definiranju ciljne funkcije v več-funkcionalnih sistemih z večimi skalami.</p> <p>Pojavne lastnosti dvofaznega toka: makro skala, vmesna skala, mikroskala; cilj: pridobiti znanje o naravi lastnosti sistema, ki se stopnjujejo v odvisnosti od referenčne skale, pridobiti znanje o vlogi tokovnih vzorcev, tokovnih režimov in strukturni funkciji in pridobiti znanje o možnih eksperimentalnih tehnikah v dvofaznem toku.</p> <p>Konstruktivski parametri dvifaznih tokov: primarni konstrukcijski parametri, sekundarni konstrukcijski parametri; cilj: pridobiti znanje o ločevanju med sistemskimi in procesnimi parametri.</p> <p>Modeliranje: ohranitveni principi, topološki zakoni, konstitucijski zakoni, zakoni prehoda, teoretične in praktične omejitve. 1D modeliranje, 3D modeliranje; cilj: pridobiti znanje o uporabi povprečenja po kanalu in o lokalni in trenutni formulaciji dvofaznega toka.</p> <p>Praktične aplikacije: študentje (-ke) so spodbujani predložiti svoje lastne aplikacije, ki lahko zajamejo vse možne kombinacije tokov trdno-plin-kapljevina in so relevantne v velikih ali mikro-sistemih; cilj: podpora samostojnemu in neodvisnemu študiju večfaznih sistemov in pridobiti znanje o planiranju, implementaciji in predstavitvi raziskovalnega dela.</p> <p>[1] C. E. Brennen: Fundamentals of Multiphase Flow, Cambridge University Press, 2005– Selected chapters.</p> <p>[2] S. Levy: Two-phase Flow in Complex Systems, John Wiley & Sons, 1999– Selected chapters.</p> <p>[3] A. Faghri, Z. Zhang: Transport Phenomena in Multiphase Systems, Academic Press, 2006 Selected chapters</p> <p>[4] M. Ishii, T. Hibiki: Thermo-fluid Dynamics of Two-phase Flow, Springer 2006 Selected chapters.</p> <p>[5] G. Hetsroni, Handbook of Multiphase Systems, Hemisphere, 1982– Selected chapters.</p>
301	<p>IZBRANA POGLAVJA IZ PROIZVODNIH SISTEMOV</p> <p>Definicija, struktura, delovanje, proizvodna funkcija, vlaganje, upravljanje in cilji proizvodnega sistema.</p> <p>Analize, ki zagotavljajo ekonomičnost proizvodnega sistema: analiza koristnosti, analiza vrednosti, analiza praga dobička.</p> <p>Sedem vrst zapravljanja pri organizaciji dela proizvodnega sistema ter načini odpravljanja le teh.</p> <p>Načrtovanje potreb po opremi, osebju in oskrbi proizvodnje skladišč in uprave.</p> <p>Načrtovanje toka materiala in poteka dela – delavniški in izdelčni princip poteka dela ter Schmigalla-ov diagram določitve principa poteka dela.</p> <p>Oblikovanje idealnega in podrobnega Layouta proizvodnih, skladiščnih in upravnih</p>

	<p>elementov proizvodnega sistema. Računalniško podprto načrtovanje proizvodnega sistema.</p> <p>[1] Jingshan Li: Production Systems Engineering, Springer, 2008. [2] Claus-Gerold Grunding: Fabrikplanung, Fachbuchverlag Leipzig, 2008 [3] Aggteleky B.: Fabrikplanung – Betriebsanalyse und Feasibility – Studie, Fachbuchverlag Leipzig, 2001 [4] J Frey, S.R.: Plant Layout, Carl Hanser Verlag, 1990. [5] Hans Schmigalla: Fabrikplanung, Carl Hanser Verlag, 1995.</p>
302	<p>IZBRANA POGlavJA IZ TEHNIČNE KIBERNETIKE</p> <p>Računalniške metode modeliranja in simulacije zveznih in diskretnih krmilnih sistemov, analiza sistemov v časovnem, frekvenčnem in faznem prostoru, analiza korenov, metode sinteze sistemov, poudarek na modeliranju s povezovalnimi grafi, ki imajo zlasti na področju mehatronike bistvene prednosti, metode analize in sinteze nelinearnih sistemov, diskretne metode pri upravljanju dinamičnih sistemov, obdelavi signalov in komunikacijah, uporaba mehke (fuzzy) logike pri sintezi sistemov upravljanja, itd.</p> <p>[1] H. Chesnut: Systems engineering tools, Wiley, 1966 [2] A.W. Wymore: Systems engineering methodology for interdisciplinary teams, Wiley, 1976 [3] D. Karnopp, R. Rosenberg: System dynamics: a unified approach, Wiley, 1975. [4] P.E. Wellstead: Introduction to physical system modelling, Academic Press, 1979. [5] J.J. DiStefano, A.R. Stubberud, I.J. Williams: Schaum's outline of theory and problems of feedback and control systems - 2nd ed., McGraw-Hill, 1995. [6] K. A. Пупков (red.): Методы современной теории автоматического управления, Издательство МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2004 [7] S.A. Tretter: Introduction to discrete-time signal processing, Wiley, 1976. [8] R. Isermann: Digitale Regelsysteme. Bd.2: Stochastische Regelungen, Springer-Verlag, 1987 [9] E. Cox: The fuzzy systems handbook, Academic Press, 1994 [10] W. Pedrycz: Fuzzy sets engineering, CRC Press, 1995</p>
303	<p>KOMPLEKSNI MEHATRONSKI SISTEMI</p> <p>Sodobne tehnologije procesiranja podatkov v KMS. Strojna oprema za vgradne računalnike: procesorji, sestavne komponente, vmesniške komponente, pretvorniki, prikazovalniki, povezave med računalniki in drugimi enotami, omrežja, mikrokrmilniki. Programirljiva logična vezja visoke stopnje integracije kot strojna oprema v KMS. Programska oprema za vgradne računalnike: jeziki in metode programiranja, operacijski sistemi, delo v realnem času in hkratne dejavnosti. Metodologije načrtovanja in izvedb vgradnih računalniških sistemov za KMS: strojna in programska oprema. Izbrana poglavja iz algoritmov obdelave signalov, slik in 3D izmerkov oblike teles. Analiza 3D izmerkov in metode ekstrakcije karakterističnih dimenzij - značilk. Algoritmi združevanja podatkov iz večsenzorskih sistemov. Izbrana poglavja iz modeliranja in simulacije KMS. Opto-mehatronske sistemi. Opto-mehatronske tehnologije. Komponente: optične, opto-elektronske in elektro-optične, mehatronske. Optomehatronska integracija. Osnovne opto-mehatronske funkcionalne enote. Metodologije načrtovanja in izvedbe. Mikro izvedbe: mikro-opto-mehatronske sistemi. Izbrani primeri opto-mehatronskih sistemov.</p> <p>[1] T. Scheurer: Foundations of computing: system development with set theory and logic, Addison-Wesley, 1994. [2] K. Edwards: Real-time structured methods: systems analysis, Wiley, 1993. [3] A. Burns, G. Davies: Concurrent programming, Addison-Wesley, 1993. [4] C.A.R. Hoare: Communicating sequential processes, Prentice-Hall, 1985.</p>

	<p>[5] D.R. Martinez, R.A. Bond, and M.M. Vai, High Performance Embedded Computing Handbook: A Systems Perspective, CRC, 2008. – izbrana poglavja</p> <p>[6] P. Marwedel, Embedded System Design, Springer, 2003.</p> <p>[7] R. Zurawski, Embedded Systems Handbook, CRC, 2005. – izbrana poglavja</p> <p>[8] J. Wikander and B. Svensson, Real-Time Systems in Mechatronic Applications, Springer, 1998.</p> <p>[9] D.C. Karnopp, D.L. Margolis, and R.C. Rosenberg, System Dynamics: Modeling and Simulation of Mechatronic Systems, Wiley, 2006.</p> <p>[10] F. Caccavale and L. Villani, Fault Diagnosis and Fault Tolerance for Mechatronic Systems, Springer, 2002.</p> <p>[11] D. Auslander, J. Ridgely, and J. Ringgenberg, Control Software for Mechanical Systems: Object-Oriented Design in a Real-Time World, Prentice Hall PTR, 2002.</p> <p>[12] R.H. Bishop, The Mechatronics Handbook, Second ed., CRC, 2007. – izbrana poglavja.</p> <p>[13] C.W.D. Silva, Mechatronic Systems: Devices, Design, Control, Operation and Monitoring, CRC, 2007. – izbrana poglavja</p> <p>[14] H. Cho: Optomechanics: Fusion of Optical and Mechatronic Engineering, CRC Press, 2005. – izbrana poglavja</p> <p>[15] H. Ukita, Micromechanical Photonics, Springer, 2006.</p> <p>[16] H. Mitchell, Multi-Sensor Data Fusion: An Introduction, Springer, 2007.</p> <p>[17] J.W. Gardner, V. Varadan, and O.O. Awadelkarim, Microsensors, MEMS and Smart Devices, Wiley, 2001. – izbrana poglavja</p>
304	<p>LASERSKA TEHNIKA</p> <p>Osnove laserske fizike: Izbrane teme iz klasične optike. Nelinearna optika, generacija harmonskih frekvenc. Novi laserski viri: aktivne snovi, tehnike črpanja, resonatorji in kvaliteta žarka, oblikovanje žarka, metode za doseganje kratkih in ultrakratkih bliskov. Teoretični opis vodenja svetlobe po optičnih vodnikih. Eno- in večrodovna optična vlakna. Vlakna za prenos velikih moči. Nelinearni pojavi v optičnih vlaknih.</p> <p>Interakcija med lasersko svetlobo in snovjo: Procesni interakcije. Snovne lastnosti (optične, termodinamske, mehanske). Osnovni mehanizmi termičnih laserskih obdelovalnih procesov. Atermalno procesiranje. Asistenca plinov. Optodinamika.</p> <p>Laserski obdelovalni procesi: Lasersko rezanje in varjenje. Laserska ablacija. Lasersko vrtnje. Lasersko čiščenje. Lasersko označevanje in graviranje. Lasersko dolbenje. Laserske mikroobdelave v elektroniki in pri izdelavi mikromehanskih komponent. Lasersko upogibanje. Laserska izdelava prototipov. Diagnostika laserskih obdelovalnih procesov. Modeliranje laserskih obdelovalnih procesov. Laserske merilne metode: Lasersko merjenje razdalj, pomikov, kotov, profilov in 3D oblike teles. Laserska triangulacija. Laserska interferometrija. Lasersko dopplersko merjenje hitrosti.</p> <p>Senzorji z optičnimi vlakni: Intenzitetni senzorji. Senzorji na osnovi fazne detekcije.</p> <p>Vlakenski laserji: Fizikalne lastnosti dopiranih optičnih vlaken. Vlakenski laserji velikih moči. Zgradba in delovanje. Metode za doseganje (ultra-) kratkih bliskov in velikih povprečnih moči. Nove valovne dolžine v IR, vidnem in UV področju. Prednosti in omejitve - primerjava s klasičnimi trdninskimi in plinskimi laserji. Oblikovanje in vodenje žarka.</p> <p>[1] Das, P: Lasers and Optical Engineering, Springer-Verlag, Berlin, 1991.</p> <p>[2] Smith, F.G., King, T.A., Wilkins, D.: Optics and photonics, Chichester, John Wiley&Sons, 2007</p> <p>[3] Allmen, M. von: Laser-beam interactions with materials.- Berlin [etc.]: Springer, 1987</p> <p>[4] Schuoecker, D.: High power lasers in production engineering, London, Imperial College Press, 1999</p> <p>[5] Steen, W.M.: Laser material processing, London, Springer Verlag, 2003</p> <p>[6] Ion, J.C.: Laser processing of engineering materials, Oxford, Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005</p> <p>[7] Gasvik, K.J.: Optical metrology, Chichester, John Wiley & Sons, 1995</p> <p>[8] J.A. Buck, Fundamentals of Optical Fibers, 2nd edition, Wiley 2004</p> <p>[9] D.A. Krohn, Fiber optic sensors, Instrument society of America, 1988</p> <p>[10] L.N. Durvasula, Fiber Lasers: Technology, Systems, And Applications, SPIE-International Society for Optical Engine 2005</p>

305	<p>NEPORUŠNO TESTIRANJE MATERIALOV IN KONSTRUKCIJ</p> <p>Vizualno testiranje: fizikalne osnove, opazovanje brez ali z optičnimi pripomočki, kriteriji za uspešno vizualno ocenjevanje.</p> <p>Boreskopija: fizikalne osnove, optični sistemi za osvetljevanje, optični sistemi za prenos slike, ocenjevanje stanja površine, kriteriji za uspešno oceno površin.</p> <p>Optična mikroskopija: fizikalne osnove, priprava odtiskov ali replik, opazovanje replik pod mikroskopom, ocenjevanje stanja površine in mikrostrukture.</p> <p>Penetrantske metode: fizikalne osnove, preiskuševalne metode, pripomočki pri opazovanju površin, ocenjevanje stanja površine, dokumentiranje stanja površin, procedure za testiranje.</p> <p>Preiskave površinskih napak z magnetnimi metodami: fizikalne osnove, načini magnetenja in načini razmagnetenja preizkuševalcev, vrste magnetnih sredstev, sistemi za kontrolo in prikaz rezultatov, ocenjevanja stanja površin, izdelava procedur. Preiskave lastnosti materialov in napak v materialu z vrtničnimi tokovi: fizikalne osnove, postopki preizkušanja, razvoj kriterijev za ocenjevanje različnih lastnosti materialov, ocenjevanje stanja površine in površinskih slojev, testiranje korozijskih poškodb, testiranja glede na snovne lastnosti in kemično sestavo itd.. Izdelava procedur za testiranje z vrtničnimi tokovi.</p> <p>Preiskava materialov z ultrazvokom: fizikalne osnove, pridobivanje ultrazvoka, postopki preizkušanja, naprave za preizkušanje, ultrazvočne glave, posebni postopki preizkušanja materialov in stanja materialov, izdelava procedur.</p> <p>Akustična emisija: fizikalne osnove; postopki preizkušanja, metode za vrednotenje signalov in klasifikacija signalov.</p> <p>[1] Conf. Proceedings of the 8th Int. Conf. of the Slovenian Society for Non-destructive Testing. Portorož, Slovenia, 2005.</p> <p>[2] ASM handbook. Vol. 17, Nondestructive evaluation and quality control / prepared under the direction of the ASM International Handbook Committee.- 5th printing, 1997.- [Metal Park]: ASM International, cop. 1989.</p> <p>[3] Krautkraemer, J., Krautkraemer. H.: Ultrasonic testing of materials.- 3rd ed.- Berlin: Springer-Verlag, 1983.</p> <p>[4] Proceedings of the World Conferences on Non-destructive Testing.</p> <p>[5] Journals on Non-Destructive Testing, e.g.: Nondestructive Testing and Evaluation, Materials Testing, Research in Nondestructive Evaluation.</p>
306	<p>OBDELOVALNI STROJI</p> <p>Optimalni pristop h konstruiranju obdelovalnih strojev po 3 E načelu (ekonomičnost, ergonomičnost, estetika). Izbira in preračun temeljev in ogrodja stroja glede na namembnost. Konstrukcijsko izvedeni prijemi za zmanjšanje hrupa. Izvedbe vodil in vležajen glede na zahteve stroja (groba obdelava, fina obdelava, visokoprecizna obdelava). Vrste pogonov in izbira med sodobnimi izvedbami (AC, linearni motorji, itd.). Upoštevanje in nadziranje geometričnih zahtev stroja - izdelka, statična, dinamična togost. Nadgradnja osnovne teorije z teorijo trajnostnega razvoja in tako pri načrtovanju stroja paralelno vključevati rešitve v povezavi z ekologijo okolja, varnostjo pri delu, itd.</p> <p>[1] J. Kopac, Obdelovalni stroji, orodja in naprave: modulna gradnja obdelovalnih strojev, Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2005</p> <p>[2] P. H. Joshi Machine Tools Handbook, McGraw-Hill Handbooks, 2007</p> <p>[3] L.N. López de Lacalle and A. Lamikiz, Machine Tools for High Performance Machining, Springer, 2008</p> <p>[4] Weck, M.: Werkzeugmaschinen, Fertigungssysteme.- Band 1,2.- Düsseldorf: VDI-Verlag, 1991</p> <p>[5] Muren, H.: Elementi odrezovalnih strojev I+II.- Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1991</p> <p>[6] Šmarčan, P.: Obdelovalni stroji I.+II.- Maribor: Tehniška fakulteta, 1990</p> <p>[7] Umformtechnik. Bd. 1, Grundlagen /ed. K. Lange.- 2., völlig neubearbeitete Aufl.- Berlin [etc.]: Springer, 1984</p> <p>[8] Wagener, H.W.: Mechanische und Hydraulische Pressen.- Düsseldorf: VDI-Verlag, 1992</p> <p>[9] Milberg, J.: Werkzeugmaschinen – Grundlagen: Zerspantechnik, Dynamik, Baugruppen und Steuerungen.- Berlin [etc.]: Springer-Verlag, 1992</p> <p>[10] Kalpakjian, S.: Manufacturing engineering and technology.- 3rd ed.- Reading [etc.]: Addison Wesley, cop. 1995</p>

	<p>[11] Wright, P. K.: 21st century manufacturing.- Upper Saddle River: Prentice Hall, cop. 2001, Manufacturing excellence: the competitive edge / ed. by T. Pfeifer, W. Eversheim, W. Konig, M. Weck.- London [etc.]: Chapman & Hall, 1997</p> <p>[12] Machine tool practices / Richard R. Kibbe, John E. Neely, Rolando O. Meyer, Warren T. White.- 6th ed.- Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1999, cop. 1979</p> <p>[13] Lange, K.: Handbook on metal forming.- New York: McGraw- Hill, 1991</p> <p>[14] CIRP Annals – Manufacturing Technology - Papers / SC Forming</p>
<p>307</p>	<p>OPERACIJSKE RAZISKAVE</p> <p>Osnovni pojmi. Praktična naloga, matematični model, namenska funkcija, dopustne in optimalne rešitve. Lahki in težki optimizacijski problemi.</p> <p>Linearno programiranje. Dualni program. Metoda simpleksov. Polinomski algoritmi za linearno programiranje. Zgledi uporabe. Zveza s celoštevilskim programiranjem.</p> <p>Posplošitve linearnega programiranja. Stohastično programiranje. Dinamično programiranje. Optimizacija nelinearnih modelov z zveznimi in odvedljivimi funkcijami.</p> <p>Večkriterijska optimizacija. Osnovni pojmi, ciljno programiranje, funkcije koristnosti.</p> <p>Dodatna poglavja: odločanje v negotovosti in s tveganjem, matrične igre, mehka logika...</p> <p>[1] Winston, W. L., 1994. Operations Research: Applications and algorithms, Duxbury, Belmont.</p> <p>[2] Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M., 2005. Multiple criteria decision analysis., Springer.</p> <p>[3] L. Zadnik-Stirn, Metode operacijskih raziskav za poslovno odločanje. Novo mesto: Visoka šola za upravljanje in poslovanje, 2001.</p> <p>[4] Bohanec, M., 2006. Odločanje in modeli. DMFA, Ljubljana.</p> <p>[5] Omladič, V., 2002, matematika in odločanje, DMFA, Ljubljana.</p> <p>[6] E. Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics, (9th edition), Wiley, New York 2006.</p> <p>[7] J.Hromkovič: Algorithmics for Hard Problems, Introduction to Combinatorial Optimization, Randomization, Approximation, and Heuristics, 2nd ed., Springer, Berlin 2004.</p>
<p>308</p>	<p>OPTIMIRANJE OBDELOVALNIH TEHNOLOGIJ</p> <p>Pregled, poznavanje in obravnavanje različnih možnosti izdelave in tehnologij, ki omogočajo izdelavo/obdelavo različnih vrst izdelkov. Analiza vplivnih vstopnih parametrov, v korespondenci z zahtevano obliko izdelka, materiala iz katerega je izdelek, zahtevano število kosov v seriji, zahtevano kakovostjo izdelka, itd. Tehnološka opredelitev primerno izbranih postopkov in pripadajoča optimizacija parametrov obdelave.</p> <p>Določevanje izvajanja metodologije optimiranja glede na cilje/motive optimizacije (cenovno, časovno, trajnostno, itd.) in zahteve procesa/končnega izdelka.</p> <p>Predstavitev celovitega pristopa k optimizaciji in njene izvede v smislu managementa sodobnih tehnologij, glede na razpoložljivo strojno opremo oziroma možnost investicij v opremo, zagotavljanju obvladovanje kakovosti (ISO 9000-serija), trajnostnega razvoja, itd. z enim samim ciljem – povečati dodano vrednost končnemu izdelku ob minimalnem vplivu na okolje in družbo.</p> <p>[1] A. Ravindran, K. M. Ragsdell, and G. V. Reklaitis, Engineering Optimization: methods and applications, Wiley, 2006</p> <p>[2] D.C. Montgomery, Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons, 2006</p> <p>[3] Enrique del Castillo, Process Optimization: A Statistical Approach (International Series in Operations Research & Management Science), Springer, 2007</p> <p>[4] Kopač, J.: Odrezavanje.- Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1991</p> <p>[5] Dolinšek, S., Kopač, J.: Odrezavanje: dopolnilno gradivo za predavanja in vaje.- Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1992</p> <p>[6] Kuzman, K., Pipan, J., Kampuš, Z.: Priporočila za načrtovanje tehnologij preoblikovanja.- Ponatis.- Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2000</p> <p>[7] Flexible manufacturing systems: past-present-future / ed. by J. Peklenik.- Ljubljana: Faculty of Mechanical Engineering, 1993</p> <p>[8] Machine tool practices / Richard R. Kibbe, John E. Neely, Rolando O. Meyer, Warren T. White.- 6th ed.- Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1999, cop. 1979</p> <p>[9] Manufacturing excellence: the competitive edge /ed. by T. Pfeifer ... [et al.]- London</p>

	<p>[etc.]: Chapman & Hall, 1994</p> <p>[10] Weck, M. and oth.: Wettberbsfaktor Produktionstechnik.- Düsseldorf: VDI Verlag, 1990</p> <p>[11] König, W., Klocke, F.: Fertigungsverfahren. 1, Drehen, Fräsen, Bohren.- 5., überarb. Aufl.- Berlin [etc.]: Springer, cop.1997</p> <p>[12] König, W., Klocke, F.: Fertigungsverfahren. Bd 2, Schleifen, Honen, Läppen.- 3., grundlegend neu bearb. und erw. Aufl. – Düsseldorf: VDI, cop. 1996 (Studium und Praxis)</p> <p>[13] König, W., Klocke, F.: Fertigungsverfahren. 3, Abtragen und Generieren.- 3., überarbeitete Aufl.- Berlin [etc.]: Springer, 1997</p>
309	<p>POSEBNI POSTOPKI OBDELAVE</p> <p>Razvoj kombiniranih in posebnih postopkov obdelave s poudarkom na mikrotehnologijah. Stanje razvoja tehnologij posebnih postopkov in ustreznih obdelovalnih sistemov v svetu in pri nas. Opredelitev procesov glede na vrsto energije pri odnašanju. Obravnava energijskih modelov pri mehanskih, elektrokemičnih, kemičnih in elektrotermičnih procesih obdelave. Vplivi procesov na obdelovani material z vidika procesov odnašanja in nanašanja. Študij specifičnih primerov enotskih dogodkov pri mikro in makro obdelavi izdelkov. Podrobna obravnava fizikalno kemijskih lastnosti in tehnoloških značilnosti važnejših predstavnikov posebnih postopkov. Brušenje v magnetnem polju, elektrokemijsko brušenje, ultrazvočna obdelava, obdelava z abrazivnim vodnim curkom, rezanje s CO2 laserjem, obdelava z elektronskim in ionskim žarkom, elektroerozijska obdelava, kemična in elektrokemična obdelava.</p> <p>Merilne metode in metode razpoznavanja posebnih postopkov obdelave, atributni popisi lastnosti postopkov, metode zajemanja znanja o procesih. Metode alternativnega načrtovanja tehnologij in optimiranja tehnologij z vidika kakovosti, ekonomičnosti, ekologije in trajnostnega razvoja. Aplikacija pridobljenega znanja: v okviru seminarskega dela in vaj pri predmetu študent uporabi pridobljeno znanje na primeru znotraj doktorske teme, ki jo obravnava.</p> <p>[1] Taniguchi, N.: Energy - beam processing of materials:advanced manufacturing using various energy sources.- Oxford: Clarendon Press (Oxford University Press), 1989</p> <p>[2] Blatt, F.J.: Modern physics.- New York [etc.]: McGraw-Hill, Inc., 1992</p> <p>[3] Han, M.Y.: The secret life of quanta.- Blue Ridge Summit, Pa: TAB Books, 1990</p> <p>[4] Nanotechnology: research and perspectives: papers from the first foresight conference on nanotechnology, [held in Palo Alto, California in October 1989] / ed. by B.C. Crandall and J. Lewis.- Cambridge, Mass.; London, England: The MIT Press, 1992</p> <p>[5] Reichl: Micro-system technologies 92.- Vde Verlag, 1992</p> <p>[6] Condition - based maintenance and machine diagnostics / ed. John H. Williams, Alan Davies and Paul R. Drake.- London [etc.]: Chapman & Hall, 1994</p> <p>[7] JET cutting technology / ed. D. Saunders.- London; New York: Elsevier Science Publishers Ltd., 1991.- International symposium on jet cutting technology (10; 1990; Amsterdam)</p> <p>[8] Handbook of micro/nanotribology / ed. by B. Bhushan.- Boca Raton [etc.]: CRC Press, cop. 1995.- (Mechanical and materials science series; 1)</p> <p>[9] Schoen, S., Sykes, W.G.: Putting artificial intelligence to work: evaluating & implementing business applications.- New York [etc.]: John Wiley & Sons, 1988</p> <p>[10] De Callatay, A.M.: Natural and artificial intelligence: misconceptions about brains and neural networks.- Amsterdam [etc.]: North-Holland: Elsevier Science Publ., 1992</p> <p>[11] Edosomwan, Johnson, Aimie: Integrating innovation and technology management.- New York [etc.]: JohnWiley & Sons, 1989.- (Wiley series in engineering and technology management)</p> <p>[12] Junkar, M; Nekonvencionalni postopki obdelave (skripta)</p>
310	<p>PROCESI ODREZAVANJA</p> <p>Teorija in podrobna analiza mehanizmov in tehnologij odrezovalnih procesov. Mehanizmi nastajanja odrezka pri rezalnih orodjih z določeno in nedoločeno geometrijo. Pojavi na rezalnem robu in obdelani površini v povezavi s potekom rezalnih sil, - statične / dinamične in vpliv vibracij na obdelovalni proces. Teorija in analiza integritete obdelane površine. Raziskave poteka mehanizma obrabe orodij, usmeritve pri razvoju orodij, rezalnih materialov</p>

	<p>in obdelovalnost sodobnih materialov. Postopki obdelave z odrezavanjem v kombinaciji z drugimi postopki; fina / precizna obdelava, visoko-hitrostna obdelava in trajnostna obdelava. Nadzor rezalnega procesa v smislu modeliranja procesov (obrabe orodja, integriteta obdelane površine, sile pri odrezavanju, tvorjenje in oblike odrezkov, itd.). Teorija trajnostnega razvoja in aplikacija na odrezovalne procese z uporabo novih tehnologij obdelave (kriogeno odrezavanje, odrezavanje z visoko tlačnim dovodom hladilno mazalnih sredstev).</p> <p>[1] J. Kopac, <i>Odrezavanje : teoretične osnove in tehnološki napotki</i>, Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2008</p> <p>[2] W. Grzesik, <i>Advanced Machining Processes of Metallic Materials: Theory, Modelling and Applications</i>, Elsevier Science, 2008</p> <p>[3] H. El-Hofy, <i>Fundamentals of Machining Processes: Conventional and Nonconventional Processes</i>, CRC, 2006</p> <p>[4] Opitz, H.: <i>Moderne Produktionstechnik.- 3.Aufl.- Essen: Verlag W.Girardet, 1971</i></p> <p>[5] Spur, G.: <i>Optimierung des Fertigungssystems.- München: Hanser Verlag, 1972</i></p> <p>[6] Oxley, P. L. B.: <i>The mechanics of machining.- Chichester: Ellis Horwood Limited, 1989</i></p> <p>[7] Shaw, M. C.: <i>Metal cutting principles.- [1st published].- Oxford: University Press, 1989.</i> (Oxford series on advanced manufacturing;</p> <p>[8] Kopač, J.: <i>Odrezavanje.- Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1991</i></p> <p>[9] Illgner, H.J.: <i>Hochgeschwindigkeitsfräsen schwer zerspanbarer Legierungen.</i> München; Wien: Carl Hansen Verlag, 1991</p> <p>[10] <i>Werkzeuge für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung / [der Herausgeber] Jürgen Leopold.- München; Wien: C. Hanser, 1999</i></p> <p>[11] <i>Hochgeschwindigkeitsbearbeitung = High-speed machining / [Herausgeber] Herbert Schulz.- München; Wien: C. Hanser, 1996</i></p> <p>[12] Schulz, H.: <i>Hochgeschwindigkeitsfräsen metallischer und nichtmetallischer Werkstoffe.- München; Wien: Carl Hansen Verlag, 1989</i></p>
311	<p>PROCESI PREOBLIKOVANJA GRADIV</p> <p>Ob poznavanju osnov gradiv in mehanike njihovega oblikovanja, je študij v nadgradnji usmerjen v analizo procesnih in snovnih parametrov s ciljem njihovega celovitega obvladovanja. S temi znanji bo tako mogoče povečati tehnološki izid izdelkov, določiti vse parametre za konstruiranje potrebnih oblikovalnih orodij ter končno dobiti izhodišča za definicijo potrebne strojne opreme. Študij se bo nadalje posvetil tudi načrtovanju procesov s stališča spreminjanja snovnih lastnosti obdelovanega materiala, vpliva toplotnih tokov in elastičnih odzivov sistema na kakovost izdelkov, pri čemer se bo mogoče podrobneje seznaniti s specifičnostmi procesov oblikovanja kovinskih ali nekovinskih gradiv. Kandidati bodo pri študiju uporabljali najsodobnejša tržno dosegljiva orodja za numerično modeliranje in simulacije oblikovalnih procesov, prav tako jim bo omogočeno eksperimentalno delo na s vso potrebno senzorsko opremljenih strojih v Laboratoriju za preoblikovanje kakor tudi zajemanje podatkov iz realnega industrijskega okolja. Sistematično preverjanje morebitnih razlik med numerično in eksperimentalno pridobljenimi rezultati ter analiza vzrokov za te razlike bo predstavljajo odlično izhodišče za temeljitejšo in trajnejšo obvladovanje obravnavane tematike.</p> <p>[1] Gologranc, F.: Preoblikovanje - I.del: Osnove.- Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1991</p> <p>[2] Gologranc, F.: Preoblikovanje – II. del: Masivno preoblikovanje.- Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1999</p> <p>[3] Lange, K.: Handbook on metal forming.- New York: McGraw- Hill, 1991</p> <p>[4] Hosford, E.,W., Cadell, R.,M.: Metal Forming – Mechanics and Metallurgy, Cambridge University Press, 2007</p> <p>[5] CIRP Annals – Manufacturing Technology - Papers / SC Forming</p> <p>[6] Campbell, F.C.: Manufacturing Processes For Advanced Composites. Elsevier Advanced Technology, Oxford 2004</p> <p>[7] Rosato, D., V., Rosato, V., Rosato, M., G.: Injection Molding Handbook. Kluwer Academic Publisher Boston 2000.</p>
312	PROCESI VARJENJA

	<p>Fizikalne, kemične in metalurške zakonitosti varilnih in varjenju sorodnih procesov in postopkov spajanja in toplotnega rezanja. Analiza varilnega oblaka, plazme, elektronskega in svetlobnega snopa, toplotne, mehanske in kemične energije. Toplotni pojavi pri varjenju in varjenju sorodnih postopkih ter pri postopkih toplotnega rezanja kovin in nekovin. Pregled obločnih postopkov varjenja, pregled postopkov varjenja s kemično, mehansko in svetlobno energijo, pregled drugih postopkov spajanja materialov.</p> <p>Dodajni materiali in kompatibilnost dodajnega in osnovnega materiala. Nastanek zvara, oziroma spoja. Varivost in varjenje kovin in zlitin, odvisnosti med sestavo in lastnostmi materiala, zvara oziroma spoja, termičnim varilnim ciklusom v povezavi z lastnostmi varjene konstrukcije. Zaščitni mediji oblaka in taline vara (plini, plinske mešanice in praški). Key-hole efekt, Marangonijev efekt. Analiza zaostalih napetosti in deformacij ter odprava le-teh v zvarnih spojih in celotni konstrukciji. Matematično moduliranje procesov med varjenjem. Zagotavljanje kvalitete in kontrola zvarnih spojev, atestiranje varilnega osebja, certificiranje postopkov, proizvodov in sistemov.</p> <p>[1] Brazing handbook / prepared by AWS Committee on Brazing and Soldering.- 4th ed.- Miami: American Welding Society, 1991</p> <p>[2] Welding handbook. Vol. 3, Materials and applications. Part 1 / editor William R. Oates.- 8th ed.- Miami: American welding society, 1996</p> <p>[3] Ninth Edition, Volumen 1, Welding Science and Technology; Welding Handbook AWS 550 N. W. Lejeeune road Miami FL 33126, 2006</p> <p>[4] Ninth Edition, Volumen 2, Welding Processes Part 1; Welding Handbook AWS 550 N. W. Lejeeune road Miami FL 33126, 2006</p> <p>[5] N. N.: Ninth Edition, Volumen 3, Welding Processes Part 2; Welding Handbook AWS 550 N. W. Lejeeune road Miami FL 33126, 2008</p> <p>[6] Mohler, R.: Practical Welding Technology, Industrial pressinc, 200 Madison Avenue, New York, 2006</p> <p>[7] Steen, W.M.: Laser material welding.- 2nd ed.- London, 1998</p> <p>[8] Marfels, W.: Der Lichtbogenschweißer: Leitfaden für Ausbildung und Praxis / Marfels, Orth.- 9.- überarbeitete und erweiterte Aufl.- Düsseldorf: DVS-Verlag, 1997 (Die schwiesstechnische Praxis; Band 2,</p> <p>[9] Ceramic to metal joining: 250 references from the METADEX database / prepared by the editors of Materials Information in cooperation with ASM Information; Bethesda, MD: Cambridge Scientific Abstracts, [2000].- (Search-in-print report; C 501)</p> <p>[10] Welding of aluminium: 250 references from the METADEX database / prepared by the editors of Materials Information in cooperation with ASM International & the Institute of Materials.- London: Materials Information; Bethesda, MD: Cambridge Scientific Abstracts, [2005].- (Search-in-print report; ALU006)</p> <p>[11] Welding of dissimilar metals: 250 references from the METADEX database / prepared by the editors of Materials Information in cooperation with ASM International & the Institute of Welding.</p>
313	<p>RAČUNALNIŠKO INTEGRIRANI OBDELOVALNI IN DELOVNI SISTEMI CIM/FMS</p> <p>Razvoj obdelovalnih in računalniških tehnologij. Nove proizvodne paradigme (holonski, biološki, fraktalni in kompleksni adaptivni sistemi). Strukturna in operacijska kompleksnost proizvodnje. Kibernetsko strukturiranje. Modeliranje sistemov. Digitalna tovarna. Distribuirane proizvodne strukture. Gradniki delovnih struktur: avtonomni delovni sistemi, elementarni delovni sistemi.</p> <p>Računalniško integrirani obdelovalni sistemi. Principi integracije. Integracija inženirskega informacijskega sistema, integracija s poslovnimi sistemi. Elektronsko poslovanje, vsepovsodni sistemi. Interoperabilnost. Delavniški Informacijski sistemi. Sistemi za spremljanje, nadzor in krmiljenje delovnih sistemov. Baze podatkov in znanja. Grupna tehnologija. Avtomatizacija, načrtovanje in optimizacija tehnoloških procesov. Avtomatizacija programiranja obdelovalnih in delovnih sistemov. Virtualizacija procesov in naprav. Mehatronske delovne naprave. Razvoj krmilnih sistemov za NC, CNC, AC in CIM. Mini in mikro procesorji kot krmilni moduli. Sprotna identifikacija procesov in optimiranje. Adaptivno krmiljenje. Modularna gradnja sistemov. Rekonfigurabilni delovni sistemi in celice. Stabilnosta natančnosti dimenzij, oblik in hrapavosti.</p> <p>Sistemi orodij. Sistemi vpenjal. Integracija in avtomatizacija materialnih tokov in logističnih</p>

	<p>funkcij v proizvodnji. Avtomatizacija merilnih procesov. Testirni sistemi.</p> <p>[1] Bedworth, D. D., Henderson, M. R., Wolfe, P. M.: Computer-integrated design and manufacturing.- McGraw-Hill, 1991</p> <p>[2] Bjorke O., Manufacturing systems theory. Tapir Publishers, 1995</p> <p>[3] Bollinger, J. G., Duffie, N. A.: Computer control of machines and processes.- Addison-Wesley Publishing Company, 1988</p> <p>[4] Boothroyd, K., Dewhurst: Design for assembly</p> <p>[5] CIRP Manufacturing Systems Conferences proceedings (yearly) (different publishers), Current volumes.</p> <p>[6] CIRP annals. Elsevier. Current volumes.</p> <p>[7] Chryssolouris, G.: Manufacturing systems, Springer Verlag, 1992</p> <p>[8] Daschenko A. (Ed.), Manufacturing technologies for machines of the future. Springer, 2003</p> <p>[9] Foston, A. L., Smith, C. L., An, T.: Fundamentals of computer integrated manufacturing.- Prentice Hall, 1991</p> <p>[10] Ham, I., Hitomi, K., Yoshida, T.: Group technology: applications to production.- Klunier-Nijhoff Publishing, 1985</p> <p>[11] International Workshops on Emergent Synthesis IWES</p> <p>[12] Koren Y.: Computer control of manufacturing systems, 3rd edition, McGraw Hill, 1986</p> <p>[13] Peklenik, J.: Manufacturing systems evolution: selected papers / Janez Peklenik; Ljubljana: Faculty of Mechanical Engineering, 1996</p>
314	<p>SISTEMI KAKOVOSTI</p> <p>Sistemski vidik kakovosti: Proizvod in tržišče. Motivacija in obnašanje kupca. Opredelitev kakovosti. Atributi kakovosti. Kakovost kot vrednost. Koncepti celovitega upravljanja kakovosti. Model kakovosti: Osnovne mere modela. Obvladovanje kakovosti. Vrednost proizvoda. Generične specifikacije proizvoda. Ocenjevanje funkcionalnih vrednosti. Več-atributni model kakovosti proizvoda.</p> <p>Funkcionalno strukturiranje kakovosti v proizvodnem podjetju: Metodologija strukturiranega razvoja kakovosti. Taksonomija merskih karakteristik kakovosti. Mere za določitev performanc proizvodne strukture in njenih elementov. Razvoj kakovosti na sistemskem nivoju in v podsistemih. Načrtovanje parametrov in toleranc proizvoda. Kakovost in obvladovanje stroškov.</p> <p>Zagotavljanje kakovosti na proizvodnem nivoju: Metode načrtovanja in kontroliranja kakovosti. Tehnike izboljševanja procesov. Model računalniško podprtega obvladovanja kakovosti v podjetju.</p> <p>[1] Cook, H.E.: Product Management - Value, quality, cost, price, profit and organization, Kluwer Academic Publishers, 1997.</p> <p>[2] Phadke, M.S.: Quality engineering using robust design, Prentice-Hall International, 1989.</p> <p>[3] Myers, R.H.: D.C. Montgomery, C.M. Anderson-Cook, Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments, John Wiley, 2009.</p> <p>[4] Dale B.G.: Managing Quality, Fourth Edition, Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2003.</p> <p>[5] Montgomery, D.C.: Introduction to statistical quality control.- 2nd ed., J. Wiley, 1991</p>
315	<p>SISTEMI PLANIRANJA IN VODENJA PROIZVODNJE</p> <p>Strategije planiranja in vodenja proizvodnje. Realni pretočni čas operacije in naročila kot osnova za realno planiranje in vodenje proizvodnje.</p> <p>Projektno planiranje in vodenje proizvodnje, MRPI in MRPII sistem planiranja in vodenja proizvodnje, OPT – sistem ozkih grl, BORA – sistem lansiranja delovnih nalogov glede na obremenitev, sistem napredovalnih števil, Kanban sistem.</p> <p>Strategije: KAIZEN, vitka proizvodnja, Just in Time proizvodnja.</p> <p>Pregled nad računalniško podprtimi komercialnimi sistemi planiranja in vodenja proizvodnje. Trofazni koncept izbora in uvedbe računalniško podprtega komercialnega sistema planiranja in vodenja proizvodnje (priprava, izbor in uvedba sistema).</p>

	<p>[1] M. L Pinedo: Planning and Scheduling in Manufacturing and Services, Springer, 2007.</p> <p>[2] S. Shigeo: Non-stock Production: The Shingo System of Continuous Improvement, Productivity Press, 2006.</p> <p>[3] H.P.Wiendahl: Belastungsorientierte Fertigungssteuerung.- München: C. Hanser, 1987</p> <p>[4] J. Haizer, B. Render: Operations Management, 7th edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2005.</p> <p>[5] J Fandel, G., Francois, P., Gubitz, K.M.: PPS – und integrierte betriebliche Softwaresysteme: Grundlagen, Methoden, Marktanalyse.- 2., völlig neu bearbeitete und erweiterte Aufl.- Berlin [etc.]: Springer, 1997</p>
316	<p>SOČASNO INŽENIRSTVO</p> <p>Cikel dobe trajanja izdelka, organizacijske strukture, reinženiring poslovnih procesov in sistemski inženiring.</p> <p>Definicija sočasnega inženirstva ter prehod iz sekvenčnega na sočasno inženirstvo.</p> <p>Strategije sočasnega inženirstva: paralelnost, standardizacija in integracija.</p> <p>Proces sočasnega osvajanja izdelka: sestava timov sočasnega osvajanja izdelkov v velikem in majhnem podjetju, določitev števila članov timov s preizkusom timskih vlog (Belbinov test).</p> <p>Prenos informacij med aktivnostmi sočasnega procesa osvajanja izdelka ter oblikovanje zank sočasnega osvajanja izdelka.</p> <p>Cilji in orodja sočasnega inženirstva: razvoj funkcij kakovosti, metodika konstruiranja, analiza vrednosti, koristnosti in kakovosti, konstruiranje za proizvodnjo, montažo in demontažo, analiza možnih napak in njihovih učinkov.</p> <p>Izgradnja kombiniranih računalniško podprtih sistemov za celovito ovrednotenje izdelkov, strojev in orodij ter iskanje optimalnih tehnoloških poti.</p> <p>Integrirani informacijski sistem za podporo izvedbe sočasnega inženirstva.</p> <p>Projektni pristop pri sočasnem osvajanju izdelka.</p> <p>[1] Biren Prasad: Concurrent Engineering Fundamentals, Volume I, Prentice Hall PTR, 1996</p> <p>[2] Biren Prasad: Concurrent Engineering Fundamentals, Volume II, Prentice Hall PTR, 1997.</p> <p>[3] Michel Fleischer, Jeffrey K. Liker: Concurrent Engineering Effectiveness: Integrating Product Development Across Organisation, Hanser Gardner Publishings, 1997.</p> <p>[4] W. Eversheim, W. Bochtler, L. Laufenberg: Simultaneous Engineering, Springer Verlag, 1995</p> <p>[5] Starbek, Marko, Grum, Janez, Brezovar, Aleš, Kušar, Janez. Techniques and analyses of sequential and concurrent product development processes. V: LEONDES, Cornelius T. (ur.). <i>Intelligent knowledge-based systems : business and technology in the new millennium. Vol. 2, Information technology.</i> Kluwer Academic, 2005, str. 123-176.</p>
317	<p>INTELIGENTNI STREŽNI IN MONTAŽNI SISTEMI</p> <p>Strežni in montažni (SiM) procesi in sistemi (pregled tehnologij, naloge in osnovni koncepti SiM procesov in sistemov, načrtovanje in ovrednotenje SiM sistemov).</p> <p>Montažne operacije, zaporedje montažnih operacij kot osnova za opredelitev montažnega procesa.</p> <p>Predstavitev sestavljenca in montažnih operacij v fazi razvoja in konstruiranja ter kreiranje podatkovne baze za računalniško podprto projektiranje montažnih postrojev. Načrtovanje izdelkov in simultano inženirstvo.</p> <p>Avtomatizirani strežni in montažni (SiM)sistemi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fleksibilna avtomatizacija strege in montaže. - Modularna zasnova SiM sistemov. <p>Robotizirani strežni in montažni (SiM) sistemi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Roboti v stregi in montaži. - Robotizirane montažne celice. - Robotizirane montažne linije. - Fleksibilna prijemala v robotiziranih SiM sistemih. <p>Oblikovanje izdelkov za avtomatizirano in robotizirano strego in montažo in sočasni razvoj izdelkov ter SiM sistemov.</p> <p>Senzorika in aktorika v SiM sistemih:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dotični in brezdotični senzorji v SiM sistemih.

	<ul style="list-style-type: none"> - Strojni vid v SiM sistemih. - Inteligentni senzori in aktuatorji v SiM sistemih. <p>Opredelevanje inteligentnih strežnih in montažnih (SiM) sistemov:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vrste inteligentnih naprav in sistemov. - Koncepti inteligentnih SiM. - Obvladovanje variantnosti izdelka v procesu strege in montaže. <p>Inteligentni strežni in montažni (SiM) sistemi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strojna in programska oprema v SiM sistemih. - Umetna inteligenca v SiM sistemih. <p>Načrtovanje strežnih in montažnih sistemov:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Računalniško podprto načrtovanje SiM sistemov z uporabo metod simulacije v procesu načrtovanja in analize. - Modeliranje, simulacija in optimizacija SiM sistemov in naprav. - Sredstva in integracija skladiščenja ter proizvodnje. <p>»Low cost« inteligentni strežni in montažni sistemi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strežni in montažni sistemi v malih in srednje velikih podjetjih. - Vloga enostavne avtomatizacije v sinhronih proizvodnih sistemih. - Enostavna avtomatizacija v stregi in montaži. - Enostavna avtomatizacija v pretoku polproizvodov, proizvodov in sestavljanecv in v skladiščenju končnih proizvodov. - Pokayo in uporaba enostavnih senzorjev v procesu strege in montaže. <p>Zagotavljanje in kontrola kakovosti v procesu strege in montaže.</p> <p>[1] Boothroyd, G.: Assembly Automation and Product Design, Second edition, CRC Press, 2005.</p> <p>[2] Herakovič, N., Noe, D.: Strežni in montažni procesi ter sistemi, Učno gradivo, FS, 2009 (v nastajanju).</p> <p>[3] Takeda, H.: LCIA – Low Cost Intelligent Automation – produktivitätsvorteile durch Einfachautomatisierung, Mi-Fachverlag, 2006.</p> <p>[4] Gemeinschaftsausschuss CIM: Rechnerintegrierte Konstruktion und Produktion, Band 8: Flexible Montage, VDI verlag, 1992.</p> <p>[5] Intelligent Assembly Systems, 1995, World Scientific, Edditors: M.H. Lee and J.J. Rowland.</p> <p>[6] S.Y. Nof, W.E. Wilhelm, H.-J. Warnecke, Industrial Assembly, Chapman & Hall, London, 1997.</p> <p>[7] P.K. Wright, D.A. Bourne, Manufacturing Intelligence, Addison-Wessley, 1988.</p> <p>[8] H.K. Rampersad, Integrated and Simultaneous Design for Robotic Assembly, John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA, 1994.</p>
<p>318</p>	<p>TOPLOTNA OBDELAVA IN OPLEMENITENJE POVRŠIN</p> <p>Fizikalne, kemične in metalurške osnove toplotnih, kemo - termičnih in različnih postopkov oplemenitenja površin. Difuzija, difuzijski zakoni, difuzijski mehanizmi in aktivacijska energija, Kirkendallov efekt, vplivi na difuzivnost. Strjevanje kovin, termodinamika in kinetika kristalizacije kovin, tvorba kali, kritična velikost kali in narava strjevanja.</p> <p>Standardni postopki toplotne obdelave, zaostale notranje napetosti, deformacije izdelkov med in po toplotni obdelavi, atmosfere v peči, kontrolirane zaščitne in aktivne atmosfere, nadzorovanje atmosfer v pečeh, teoretične osnove gašenja kovin, kodeliranje toplotnih razmer pri segrevanju in gašenju, modelni preizkusi.</p> <p>Novejši postopki toplotne obdelave s toplotno, električno, žarkovno in kombinirano energijo. Vplivni parametri pri posameznih procesih.</p> <p>Oplemenitenje površin: nitriranje v plazmi, karbonitriranje v plazmi, ionska implantacija, kemijsko nanašanje zaščitnih prevlek iz parne faze (CVD), reaktivno ionsko prekrivanje (PVD prevleke), nitridne, karbonitridne in diamantne prevleke, Toyota postopek nanašanja difuzijskih prevlek, modifikacija površin z laserskim in elektronskim snopom.</p> <p>Toplotna obdelava v vakuumu in toplotna obdelava v fluidiziranem sloju, vakuumske naprave, sredstva in načini gašenja.</p> <p>Termo - mehanska obdelava železnih in neželeznih zlitin z ali brez polimorfni transformacij, načrtovanje in optimiranje termomehanske obdelave. Teorija plastične deformacije kovin,</p>

	<p>relaksacije in rekristalizacije v toplem stanju.</p> <p>[1] Steel Heat Treatment Handbook, 2nd edition, Eds.: George E. Totten, M.A.H. Maurice; Marcel Dekker Inc, New York, 1997.</p> <p>[2] Chryssoulouris, G.: Laser machining: theory and practice.- New York; Berlin: Springer-Verlag, 1991.- (Mechanical engineering series).</p> <p>[3] Steen, W.M.: Laser material processing.- London; Berlin: Springer-Verlag, 1991.</p> <p>[4] Advanced surface coatings: a handbook of surface engineering / ed. by D.S. Rickerby and A. Matthews.- Glasgow; London: Blackie & Son; New York: Chapman and Hall, 1991.</p> <p>[5] Selected journals: Materials science and engineering.- Heat treatment of metals.- Surface science.- Materials science forum surface engineering.- HTM: Härtereitechnische Mitteilungen.- Metal heat treating.</p>
319	<p>VARJENJE, REZANJE IN NAVARJANJE Z VISOKO GOSTOTO ENERGIJE</p> <p>Fizikalne, kemijske in metalurške osnove varjenja in rezanja z visoko gostoto energije (električni oblok, elektronski in svetlobni snop, plazma). Teorija varjenja in toplotnega rezanja z električnim oblokom, s plazmo, z elektronskim snopom in svetlobnim snopom. Key-hole efekt, marangonijev efekt. Metalurški in tehnični pojavi v zvaru in rezu. Tehnologije, stroji in naprave oz. sistemi za varjenje in rezanje s plazmo, z elektronskim snopom in laserjem. Osnovni in dodajni materiali, vplivni parametri v procesih. Kombinirani postopki varjenja (hibridno varjenje) in rezanja z visoko gostoto energije. Stanje in tendence razvoja varjenja in rezanja z visoko gostoto energije.</p> <p>Teorija obnavljanja in oplemenitenja površinskih slojev s postopki navarjanja in nabrizgavanja. Primernost dodajnih materialov za določen osnovni material pri obnovi obrabljenih strojnih elementov. Naprave in sistemi. Stanje in tendence razvoja. Fizikalno kemijske in metalurške osnove procesov nanašanja zaščitnih površinskih slojev po različnih postopkih navarjanja in nabrizgavanja. Elektroiskrno navarjanje, navarjanje z lasarjem, elektronskim snopom, plazmo, navarjanje v hladnem. Toplotne obdelave nanosov. Možnosti in prednosti kombiniranja raznih postopkov obnavljanja in oplemenitenja površin pri vzdrževanju in izdelavi novih orodij in obrabno obremenjenih strojnih elementov.</p> <p>[1] Boxman, R.L.: Handbook of vacuum, arc science and technology, Noyes Publication, Park Ridge, New Jersey, ZDA, 1995</p> <p>[2] The Physics of welding /ed. by J.F. Lancaster.- 1st ed.- Oxford [et al.]: Pergamon Press, 1986.</p> <p>[3] Ninth Edition, Volumen 1, Welding Science and Technology; Welding Handbook AWS 550 N. W. Lejeeune road Miami FL 33126, 2006</p> <p>[4] Ninth Edition, Volumen 2, Welding Processes Part 1; Welding Handbook AWS 550 N. W. Lejeeune road Miami FL 33126, 2006</p> <p>[5] N. N.: Ninth Edition, Volumen 3, Welding Processes Part 2; Welding Handbook AWS 550 N. W. Lejeeune road Miami FL 33126, 2008</p> <p>[6] Mohler, R.: Practical Welding Technology, Industrial pressinc, 200 Madison Avenue, New York, 2006</p> <p>[7] Steen, W.M.: Laser material welding.- 2nd ed.- London, 1998</p> <p>[8] Marfels, W.: Der Lichtbogenschweißer: Leitfaden für Ausbildung und Praxis / Marfels, Orth.- 9.- überarbeitete und erweiterte Aufl.- Düsseldorf: DVS-Verlag, 1997 (Die schweisstechnische Praxis; Band 2,</p> <p>[9] Schultz, H.: Elektronenstrahlschweißen.- 2., vollständig überarb. und erw. Aufl.- Düsseldorf: DVS-Verlag, 2000 (Fachbuchreihe Schweisstechnik; Bd. 93)</p> <p>[10] Welding of aluminium: 250 references from the METADEX database / prepared by the editors of Materials Information in cooperation with ASM International & the Institute of Materials.- London: Materials Information; Bethesda, MD: Cambridge Scientific Abstracts, [2005].- (Search-in-print report; ALU006)</p> <p>[11] Welding of dissimilar metals: 250 references from the METADEX database / prepared by the editors of Materials Information in cooperation with ASM International & the Institute of Welding.</p>