

UNIVERZITET U TUZLI

Mašinski fakultet

Odsjek: Energetsko mašinstvo

Usmjerenje: Termoenergetika

STUDIJSKI PROGRAM

II ciklusa studija

**S primjenom od akademske 2011/12 god.**

Adresa: Ul. Univerzitetska br. 4, 75000 Tuzla  
Kontakt telefon i faks: 035 320 920, fax: 035 320 921

## Opći dio

1. Stručni i akademski naziv i stepen koji se stiče završetkom studija II ciklusa  
magistar mašinstva.

2. Uslovi za upis na studijski program

Upis na studij vrši se na osnovu javnog konkursa kojeg raspisuje i njegov sadržaj utvrđuje Senat, na prijedlog NNV/UNV fakulteta/ADU-a .

Pravo upisa na studijski program II ciklusa studija imaju sva lica koja su završila I ciklus studija Mašinskog fakulteta u trajanju od 4 godine, tj. sa ostvarenih 240 ECTS bodova. Osim ovih uslova kandidati trebaju aktivno poznavati jedan svjetski jezik.

3. Naziv i ciljevi studijskog programa

Ciljevi studijskog programa:

- Upoznavanje sa problematikom rada termoenergetskih postrojenja, te načina za povećanje efikasnosti njihovog rada;
- Sticanje dodatnih znanja iz oblasti termoenergetske analize procesa;
- Sticanje znanja iz oblasti matematskog i numeričkog modeliranja procesa;
- Sposobnost za rad u multidisciplinarnom okruženju te donošenje odgovarajućih odluka u cilju povećanja energetske efikasnosti;

4. Trajanje II ciklusa i ukupan broj ECTS bodova

Trajanje II ciklusa je dva semestra sa po 30 ECTS bodova, tj. ukupno 60 ECTS bodova.

5. Kompetencije i vještine koje se stiču kvalifikacijom (diplomom)

Po završetku ovog ciklusa studija očekuju se da će studenti biti osposobljeni za:

- Rješavanje problema u akademskim i industrijskim okruženjima;
- Efikasan nezavisan ili timski rad;
- Redovno ažuriranje vlastitih znanja i kompetencija na vlastitu inicijativu;
- Organizovanje i sprovođenje naučno-istraživačkog ili samoistraživačkog projekta u industriji;
- Implementaciju usvojenih znanja iz osnovnih disciplina u oblasti termoenergetike
- Sprovođenje u praksu usvojenih znanja iz oblasti energetskih tehnologija, od laboratorijskih eksperimenata do fundamentalnih teorija uključujući razumijevanje sadržaja i povezivanje sa ostalim oblastima;

- Definisiranje, modeliranje i analizu kompleksnih problema vezanih za oblast termoenergetike, planiranje i sprovođenje planiranih zadataka ispitivanja i sprovođenje pravilno odabranih relevantnih metoda, na nezavisan i sistematski način;
- Kritičku evaluaciju dostupnih znanja vezano za probleme termoenergetike i eventualno korištenje dostupnih ekspertiza;
- Projektovanje i analizu specifičnih komponenti i sistema u vezi sa postignutim znanjem;
- Vođenje nezavisnih istraživačko razvojnih projekata u oblasti termoenergetike u skladu sa trenutnim standardima i pravilima istraživanja;
- Korištenje vlastitog ekspertskog znanja u kreiranju novih poslovnih mogućnosti unutar postojećih ili budućih industrijskih postrojenja;

6. Uslovi prelaska sa drugih studijskih programa u okviru istih ili srodnih oblasti studija

Studentu Univerziteta, kao i studentu drugog univerziteta se može omogućiti prelazak sa jednog studijskog programa na drugi, pod uslovima i kriterijima koje odlukom utvrđuje NNV/UNV Univerziteta, na prijedlog NNV/UNV fakulteta/Akademije. Pravo na promjenu studijskog programa/prelaz sa drugog univerziteta može se ostvariti prije početka nastave u semestru, s tim da prelaz nije moguć tokom akademske godine u kojoj je student prvi puta upisao studij II ciklusa.

7. Lista nastavnih predmeta i broj sati potreban za njihovu realizaciju, te pripadajući broj ECTS bodova

Predmet	Zimski semestar				Ljetni semestar			
	P	A	L	ECTS	P	A	L	ECTS
Termoenergetska analiza procesa	2	1	1	5				
Nove tehnologije u energetici	2	1	1	5				
Modeliranje termoenergetskih sistema	2	0	1	5				
Energetska efikasnost u industriji	2	0	1	5				
Termografija i termotehnički eksperiment	2	0	1	5				
Eksperimentalne metode u energetici	2	0	1	5				
Završni (master) rad								30
<b>UKUPNO</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>30</b>				<b>30</b>

8. Uslovi upisa u sljedeći semestar, te način završetka studija

Uslovi za upis drugog semestra su odslušani predmeti prvog semestra što se potvrđuje sa potpisom predmetnog nastavnika. Završni rad se može predati na ocjenu i dalji postupak

ukoliko je kandidat ostvario sve ECTS bodove predviđene za nastavne predmete i ukoliko je izvršio sve finansijske obaveze. Završni (master) rad se završava javnom odbranom i time se stiče 30 ECTS bodova.

#### 9. Način izvođenja studija

Studij je organizovan kao redovni studij uz mogućnost kombinovanja učenja na daljinu.

## Opis programa

<b>Predmet</b>	<b>TERMOENERGETSKA ANALIZA PROCESA</b>		<b>ECTS</b>
<b>obavezni</b>			<b>5</b>
<b>Ukupan broj sati u semestru: 60</b>			
<b>Semestar I</b>	<b>Predavanja 2</b>	<b>Vježbe 1+1</b>	
<b>Sadržaj / struktura predmeta:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modeliranje toplinskih procesa;</li> <li>▪ Ireverzibilni procesi.</li> <li>▪ Tretman klasične termodinamike preko ireverzibilnih procesa;</li> <li>▪ Entropija. Gubitak na radu.</li> <li>▪ Eksurgija</li> <li>▪ Efikasnost toplinskih procesa;</li> <li>▪ Energetski procesi u industriji, energetski procesi u komunalnoj energetici;</li> <li>▪ Analiza energetskih procesa (parni, plinski, kogeneracijski i kombinirani sistemi).</li> </ul>			
<b>Cilj kursa:</b> Cilj izvođenja nastave je sticanje teorijskih i praktičnih znanja iz navedene oblasti.			
<b>Nastavne metode:</b> Predavanja se izvode na klasični način, korištenjem multimedijalnih resursa te tehnikama aktivnog učenja i učešća studenata.			
<b>Metode provjere znanja:</b>			
Koncept provjere znanja je zasnovan na kontinuiranom radu sa studentima tokom semestra. Metode provjere znanja uključuju: ocjenu kako individualnih tako i grupnih aktivnosti u toku semestra, izradu seminarskog rada kao i finalnu ocjenu znanja u pismenom i/ili usmenom obliku. Time se svim studentima koji imaju različite afinitete omogućava jednak tretman (pismena i/ili usmena provjera znanja).			
<b>Literatura:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ahern, J. E.: "The Exergy Method of Energy Systems Analysis", Wiley, New York, 1980.</li> <li>2. Bejan, A.: "Entropy Generation through Heat and Mass Fluid Flow", Wiley - Interscience, New York, 1982.</li> <li>3. Prelec, Z.: "Energetika u procesnoj industriji", Školska knjiga, Zagreb, 1994.</li> </ol>			

<b>Predmet</b>	<b>NOVE TEHNOLOGIJE U ENERGETICI</b>		<b>ECTS</b>
<b>Obavezni</b>			<b>5</b>
<b>Ukupan broj sati u semestru: 60</b>			
<b>Semestar I</b>	<b>Predavanja 2</b>	<b>Vježbe 1+1</b>	
<b>Sadržaj / struktura predmeta:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postrojenja sa sagorijevanjem u fluidiziranom sloju: atmosferski, cirkulirajući i fluidizirani sloj pod pritiskom;</li> <li>• Integralna postrojenja sa gasifikacijom i kombinovanim gasno – parnim ciklusom;</li> <li>• Kombinovani ciklusi sa prirodnim gasom kao gorivom. Postrojenja sa kogeneracijom;</li> <li>• Metode direktne konverzije energije. Gorive ćelije. Magnetnohidrodinamski principi konverzije energije;</li> <li>▪ Jednodimenzijaska teorija turbomašina, prostorno strujanje i specifičnosti u izvedbama turbomašina (pumpe, ventilatori, parne turbine, turbokompresori i hidroturbine male snage)</li> </ul>			
<b>Cilj kursa:</b> Cilj izvođenja nastave je sticanje teorijskih i praktičnih znanja iz navedene oblasti.			
<b>Nastavne metode:</b> Predavanja se izvode na klasični način, korištenjem multimedijalnih resursa te tehnikama aktivnog učenja i učešća studenata.			
<b>Metode provjere znanja:</b>			
Koncept provjere znanja je zasnovan na kontinuiranom radu sa studentima tokom semestra. Metode provjere znanja uključuju: ocjenu kako individualnih tako i grupnih aktivnosti u toku semestra, izradu seminarskog rada kao i finalnu ocjenu znanja u pismenom i/ili usmenom obliku. Time se svim studentima koji imaju različite afinitete omogućava jednak tretman (pismena i/ili usmena provjera znanja).			
<b>Literatura:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prelec, Z.: "Energetika u procesnoj industriji", Školska knjiga, Zagreb, 1994.</li> <li>2. Kam, W. L., Priddv, A. P.: "Power Plant System Design", John Wiley &amp; Sons, Inc., New York</li> <li>3. Chichester, Bristone, Toronto, Singapore, De Renzo, D. J.: "Cogeneration Technology and Economics for the Process Industries", Noves Data Corporation, New Jersey</li> <li>4. Horlock, J. H.: "Cogeneration - Combined Heat and Power", Pergamon Press, 1987.</li> <li>5. Charles M. Gottschalk: "Industrial Energy Conservation", UNESCO Energy Engineering Series, John Wiley &amp; Sons Ltd., Chichester, West Sussex, UK, 1996.</li> </ol>			

<b>Predmet</b>	<b>MODELIRANJE TERMOENERGETSKIH SISTEMA</b>		<b>ECTS</b>
<b>Obavezni</b>			<b>5</b>
<b>Ukupan broj sati u semestru: 45</b>			
<b>Semestar I</b>	<b>Predavanja 2</b>	<b>Vježbe 0+1</b>	
<b>Sadržaj / struktura predmeta:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vrste i svojstva modela.</li> <li>▪ Metode određivanja matematičkog modela sistema.</li> <li>▪ Opis sistema diferencijalnim jednačinama, prenosnim funkcijama u prostoru stanja.</li> <li>▪ Modeliranje sistema s koncentriranim parametrima.</li> <li>▪ Određivanje modela pomoću fizikalnih zakona. Jednačine ravnoteže materije, energije, impulsa kretanja.</li> <li>▪ Složeni i pojednostavljeni modeli elemenata.</li> <li>▪ Modeliranje energetskog sistema.</li> <li>▪ Simuliranje energetskog sistema.</li> <li>▪ Metode numeričkog integriranja kod simulacija sistema.</li> <li>▪ Generiranje nelinearnih i analitičkih funkcija.</li> <li>▪ Simulacijski programski paketi.</li> </ul>			
<b>Cilj kursa:</b> Cilj izvođenja nastave je sticanje teorijskih i praktičnih znanja iz navedene oblasti.			
<b>Nastavne metode:</b> Predavanja se izvode na klasični način, korištenjem multimedijalnih resursa te tehnikama aktivnog učenja i učešća studenata.			
<b>Metode provjere znanja:</b>			
Koncept provjere znanja je zasnovan na kontinuiranom radu sa studentima tokom semestra. Metode provjere znanja uključuju: ocjenu kako individualnih tako i grupnih aktivnosti u toku semestra, izradu seminarskog rada kao i finalnu ocjenu znanja u pismenom i/ili usmenom obliku. Time se svim studentima koji imaju različite afinitete omogućava jednak tretman (pismena i/ili usmena provjera znanja).			
<b>Literatura:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. V. Ziljak, G. Smiljanic: Modeliranje i simuliranje sa racunalima, Liber, Zagreb, 1980</li> <li>2. V. Ziljak: Simulacija racunalom, Skolska knjiga, Zagreb, 1982</li> <li>3. A. Maricic: Modeliranje i simuliranje kontinuiranih sistema, Liber, Zagreb, 1988,</li> </ol>			

Puni naziv predmeta: **Termografija i termotehnički eksperiment**

Oznaka predmeta:

Nivo: 2. ciklus  
ECTS : 5  
Trajanje: jedan semestar

Nosilac predmeta:

E-mail:

Status predmeta

(obavezni./izborni): obavezni predmet

Preduslovi: nema

### **Ciljevi predmeta:**

- Upoznati studente sa osnovnim pojmovima i metodama u termografiji i termotehničkom eksperimentu;
- Predstaviti studentima evropske i međunarodne norme iz spomenute oblasti;
- Upoznati studente sa značajem termografije, načinima primjene i obrade termograma primjenom savremenih softwera;
- Aktivna i pasivna termografija u korelaciji sa numeričkim simuliranjem treba da upotpuni shvatanje procesa i pojava u termofluidnoj tehnici;
- Prikazati neophodne metode i postupke potpunog sprovođenja eksperimenta u termofluidnoj tehnici, od osmišljavanja kontrolno mjernog set up\_a do obrade rezultata mjerenja i analiza;
- Povezivanje matematskog modeliranja i eksperimentalnog ispitivanja te sprovođenje optimizacionog postupka baziranog na matematskom modeliranju i eksperimentalnom ispitivanju biće također ciljom ovog predmeta.

### **Ishodi učenja:**

Nakon uspješnog završetka ovog predmeta, student će biti u stanju da:

1. Definiše osnovne pojmove i pojave iz oblasti termografije i eksperimenta u termofluidnoj tehnici ;
2. Interpretira relevantne evropske i nacionalne norme iz spomenute oblasti; ;
3. Shvati različite metode koje se sprovode u termograskom ispitivanju i analizama, kako u cilju prevencije i održavanja tako i u cilju naučnoistraživačkog rada;
4. U komparativnoj analizi shvati prednosti i nedostatke termograma spram modela dobivenog numeričkim metodama;
5. Primjeni i shvati prednosti i nedostatke kontaktnog i beskontaktnog mjerenja u termofluidnoj tehnici;
6. Primjeni različite metode postavljenja i sprovođenje eksperimenta u termofluidnoj tehnici, od odabira mjernog instrumentarija do prenosa i obrade rezultata mjerenja;



7. Sinergijski efekt matematskog modeliranja i eksperimentalnog ispitivanje također je jedan od ishoda u učenju ovog predmeta;
8. Objedinjavanje termografije s jedne i termotehničkog eksperimenta sa druge strane, kao temeljnih oslonaca za optimiziranje termotehničkog uređaja ili procesa.

### **Sadržaj predmeta (nastavne jedinice):**

- Uvod u infracrvenu termografiju;
- Prenos topline zračenjem;
- Aktivna i pasivna termografija;
- Termogram i tehnike analize termograma;
- Postupak termografskog mjerenja;
- Komparacija termografsko ispitivanje i numeričko modeliranje;
- Termotehnički eksperiment – opšti pojmovi;
- Kontaktna i beskontaktna mjerenja;
- Mjerni instrumentarij u termotehničkim analizama;
- Postavljanje i sprovedba eksperimenta;
- Prenos mjernog signala i obrada rezultata mjerenja;
- Interakcija matematskog modeliranja i eksperimentalnog ispitivanja;
- Termografsko ispitivanje i termotehnički eksperiment kao osnove za optimizaciju termotehničkih procesa i uređaja;

### **Način realizacije nastave**

Predavanja se izvode na klasični način, korištenjem multimedijalnih resursa te tehnikama aktivnog učenja i učešća studenata.

### **Metode provjere znanja:**

Koncept provjere znanja je zasnovan na kontinuiranom radu sa studentima tokom semestra. Metode provjere znanja uključuju: ocjenu kako individualnih tako i grupnih aktivnosti u toku semestra, izradu seminarskog rada kao i finalnu ocjenu znanja u pismenom I/ili usmenom obliku. Time se svim studentima koji imaju različite afinitete omogućava jednak tretman (pismena i/ili usmena provjera znanaj).

### **Način ocjenjivanja:**

Ocjenjivanje će biti vršeno na osnovu sljedećih aktivnosti:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| • Aktivno učešće tokom izvođenja nastave | 15 bodova         |
| • Seminarski rad                         | 30 bodova         |
| • Pismeni/usmeni ispit                   | 55 bodova         |
|  | ukupno 100 bodova |

### **Preporučena literatura:**

1. M. Brezinščak: Mjerenje i računanje u tehnici i znanosti, Tehnička knjiga Zagreb.
2. V.A. Grigorjeva; V.M. Zorina: Termotehnički pokus u prijenosu topline i tvari, Energizdat, Moskva 1982.
3. VDI Waermeatlas, Springer Verlag, Berlin.
4. J.P.Holman: Heat Transfer, International Student Edition, Mc Graw-Hill.
5. Osnove termografije s primjenom ; Andrassy, I. Boras, S. Švaić, Zagreb

Predmet	EKSPERIMENTALNE METODE U ENERGETICI		ECTS
Obavezni			5
<b>Ukupan broj sati u semestru: 45</b>			
Semestar I	Predavanja 2	Vježbe 0+1	
<p><b>Sadržaj/ struktura predmeta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovne postavke.</li> <li>• Postavljanje i kalibriranje senzora.</li> <li>• Utjecaj nestacionarnih pojava na signal senzora.</li> <li>• Planiranje eksperimenta.</li> <li>• Mjerenja pomaka, brzine, ubrzanja, pritiska, protoka i temperature.</li> <li>• Mjerenje toplinskih veličina kapljevine i plinova.</li> <li>• Toplinska mjerenja i mjerenja veličina stanja kod penosa topline i mase.</li> <li>• Mjerenja u graničnom sloju. Mjerenja vlage u krutim tijelima, sipkim materijalima i zraku.</li> <li>• Određivanje ogrjevnice moći krutih, kapljevitih i plinovitih goriva, te krutog otpada.</li> <li>• Zagađenje zraka, vode i tla, uzimanje uzoraka i mjerenje.</li> <li>• Sistemi za akviziciju podataka.</li> <li>• Analiza rezultata mjerenja i obrada podataka. Prikaz rezultata mjerenja</li> </ul>			
<p><b>Cilj kursa:</b> Sticanje teoretskih znanja i praktičnih vještina iz oblasti energetsko-procesnih mjerenja.</p>			
<p><b>Nastavne metode:</b> Predavanja se izvode na klasični način, korištenjem multimedijalnih resursa te tehnikama aktivnog učenja i učešća studenata.</p>			
<p><b>Metode provjere znanja:</b></p> <p>Koncept provjere znanja je zasnovan na kontinuiranom radu sa studentima tokom semestra. Metode provjere znanja uključuju: ocjenu kako individualnih tako i grupnih aktivnosti u toku semestra, izradu seminarskog rada kao i finalnu ocjenu znanja u pismenom i/ili usmenom obliku. Time se svim studentima koji imaju različite afinitete omogućava jednak tretman (pismena i/ili usmena provjera znanja).</p>			
<p><b>Literatura:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Figliola, R. S., Beasley, D. E.: Theory and Design for Mechanical Measurements, John Wiley &amp; Sons, New York, 2000.</li> <li>2. Montgomery, D. C.: Design and Analysis of Experiments, 4th ed., John Wiley &amp; Sons, New York, 1996.</li> <li>3. Eckert, E.R.G., Goldstein, R.J.: Measurements in Heat Transfer, Mc Graw-Hill Book Co. New York, 1976.</li> <li>4. Holman, J.P., Gajda, W.J.: Experimental Methods for Engineers, Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1989.</li> <li>5. Bejan, A.: Heat Transfer, John Wiley &amp; Sons, Inc., New York, 1993.</li> </ol>			