



DETALJNI IZVEDBENI NASTAVNI PLAN I PROGRAM OBVEZNOG NASTAVNOG PREDMETA "TERMODINAMIKA I TERMOTEHNIKA N"

1 NAZIV STUDIJA	STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE
2 KOD NASTAVNOG PREDMETA	93975 (ITN)
3 NAZIV NASTAVNOG PREDMETA	TERMODINAMIKA I TERMOTEHNIKA N
4 STATUS PREDMETA	OBVEZNI
5 SEMESTAR	LJETNI-IV
6 OBLICI NASTAVE I SATNICA	ukupan broj nastavnih sati - 45

	P-predavanja	V-vježbe	S-seminari
SEMESTRALNO	30 sati	30 sati	0 sati
TJEDNO / 15 tjedana	4 sata nastave tjedno prema izvedbenom planu nastave		

7 ECTS BODOVI	6
8 POVJERA NASTAVE - NASTAVNICI I SURADNICI	nositelj predmeta: Mr. sc. Josip Paić, v. pred. suradnica: Sandra Mandinić, asistent
9 MOGUĆNOST IZVEDBE NASTAVE NA STRANIM JEZICIMA	Nastavu je moguće izvoditi na engleskom jeziku.
10 NAČIN INFORMIRANJA STUDENATA	<ul style="list-style-type: none"> - na nastavi - na konzultacijama - elektroničkom poštom - putem oglasne ploče Veleučilišta i Web stranica Veleučilišta
11 KONTAKTIRANJE STUDENATA S NASTAVNICIMA	<ul style="list-style-type: none"> - na nastavi - na konzultacijama - elektroničkom poštom (jpaic@veleknin.hr, smandinic@veleknin.hr)
12 KORELACIJA S OSTALIM PREDMETIMA UNUTAR STUDIJA	- "Operacije i strojevi u prehrambenoj industriji"
13 PROSTORNI I DRUGI UVJETI ZA IZVOĐENJE PROGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> - Teorijski dio nastave izvodi se u multimedijalnim učionicama s grupom od najviše 30 studenata. - Vježbe se izvode u multimedijalnoj učionici (auditorne vježbe).

14 CILJEVI PREDMETA, KOMPETENCIJE, ISHODI UČENJA I METODOLOGIJA

14.1 Ciljevi

Cilj predmeta je pripremiti studente za inženjerske zahtjeve i tehnološku procesnu praksu s kojom će se susresti u svom budućem radu.

14.2 Kompetencije

14.2.1 Opće kompetencije

Studenti će nakon položenog ispita moći samostalno nadograđivati stečeno znanje upotrebom informatičkih tehnologija, primjenjivati znanje u praksi, te raditi samostalno i u timu.

14.2.2 Specifične kompetencije

Studenti će nakon položenog ispita biti sposobni primjenjivati znanja o osnovnim termodinamičkim principima u svim područjima inženjerstva i onim procesima gdje dolazi do prijenosa topline ili se javlja problem kemijske ravnoteže.

14.3 Ishodi učenja

Studenti će nakon položenog ispita moći:

1. objasniti osnovne pojmove inženjerske termodinamike
2. objasniti osnovne pojmove, načela i principe termodinamičkih zakona,
3. opisati teorijske kružne procese,
4. usporediti tehnička postrojenja za provedbu kružnih procesa,
5. primijeniti zakone termodinamike pri proračunima procesa s idealnim i realnim radnim medijima
6. koristiti dijagrame i tablice svojstava realnih radnih medija pri proračunu osnovnih procesa
7. komparirati idealne i realne procese
8. opisati i objasniti rad toplinskih strojeva
9. opisati i objasniti rad rashladnih strojeva i dizalica topline
10. primijeniti osnovna znanja o načelima i principima termodinamičkih zakona u kemijsko-inženjerskim analizama i izračunima
11. primijeniti značajke mehanizama prostiranja topline u rješavanju inženjerskih problema.

14.4 Metodologija

Nastava obveznog predmeta Termodinamika i termotehnika ostvaruje se kroz predavanja i vježbe. Na predavanjima se usvaja teorijska podloga i obrađuju karakteristični primjeri, te se naglasak daje na razumijevanje gradiva. Kroz auditorne vježbe se stečeno znanje primjenjuje i nadograđuje u rješavanju zadataka iz tehničke prakse. Time se omogućava lakše svladavanje gradiva i obrada konkretnih termodinamičkih problema na znanstvenim postavkama.

Točna satnica izvođenja nastave (početak i završetak pojedinog oblika nastave) odrađuje se prema rasporedu nastave koji je istaknut na službenim Web stranicama Veleučilišta.

15 NASTAVNE JEDINICE, OBLICI NASTAVE

15.1 Izvedbeni nastavni program

"TERMODINAMIKA I TERMOTEHNIKA"		NASTAVA broj nastavnih sati			
		P	V	S	P+V+S
1. Uvod - opće osnove		3	1	-	4
1.1	Stanja tvari - osnovne termodinamičke veličine stanja, definiranje stanja tvari				
1.2	Clapeyronova jednadžba stanja idealnog plina, normalni uvjeti, normni kubni metar				
1.3	Smjese plinova - jednadžba stanja za plinsku smjesu				
1.4	R, M, volumni, maseni i množinski udjeli				
2. Prvi glavni zakon termodinamike		4	2	-	6
2.1	Analički izraz prvog zakona izražen preko unutrašnje energije				
2.2	Odnos između specifičnih toplinskih kapaciteta i plinske konstante pojedinog plina (plinske smjese)				
2.3	Srednji toplinski kapaciteti (specifični i molarni)				
2.4	Analički izraz prvog zakona izražen preko entalpije				
2.5	Promjene stanja idealnih plinova - prikaz u p, v - dijagramu (izohora, izobara, izoterma, adijabata, politropa)				
3. Kružni procesi		1	2	-	3
4. Drugi glavni zakon termodinamike		6	6	-	12
4.1	Entropija i nepovratljivost				

15 NASTAVNE JEDINICE, OBLICI NASTAVE					
15.1 Izvedbeni nastavni program					
"TERMODINAMIKA I TERMOTEHNIKA"		NASTAVA			
		broj nastavnih sati			
		P	V	S	P+V+S
4.2	Promjene stanja idealnih plinova - prikaz u T, s - dijagramu				
4.3	Maksimalni rad sustava - prikazi u p, v - i T, s - dijagramu				
4.4	Primjena drugog glavnog zakona na energetske transformacije - eksergija i anergija				
4.5	Tehnički rad - stalnotlačni proces, tehnički rad i entalpija, maksimalni rad unutar stalnotlačnog procesa				
4.6	Tipični nepovratljivi procesi - prigušenje, miješanje plinova ($V=\text{konst.}$, $p=\text{konst.}$)				
5.	Tehnička postrojenja za provedbu kružnih procesa	2	4	-	6
5.1	Nepovratljivost i gubitci kružnih procesa				
5.2	Procesi u kompresoru				
5.3	Procesi u stepnim motorima s unutrašnjim izgaranjem				
6.	Stvarni ili realni plinovi i pare	5	7	-	12
6.1	Promjene stanja realnih fluida				
6.2	Tablice i dijagrami (p, v ; i T, s i h, s) termodinamičkih veličina				
6.3	Veličine stanja vodene pare				
6.4	Promjene stanja vodene pare - prikazi u p, v - i T, s - dijagramu				
6.4.1	Grafički prikaz (p, v - i T, s - dijagram) procesa isparavanja vode u parnom kotlu				
6.5	Kružni procesi s vodenom parom kao radnim medijem - idealni Carnotov i stvarni Rankineov kružni proces (u području mokre pare, u pregrijanom području)				
6.6	Načini poboljšanja Rankineovog kružnog procesa				
7.	Ukapljivanje plinova	1	-	-	1
7.1	Teorijski rad ukapljivanja				
7.2	Ukapljivanje prema Lindeu, Claudeu i Kapici				
8.	Rashladni strojevi	2	2	-	4
8.1	Procesi u rashladnim strojevima - rashladni učin, koeficijent hlađenja				
8.2	Toplinska crpka ili dizalica topline - koeficijent grijanja				
9.	Termodinamička svojstva fluida	2	-	-	2
9.1	Jednadžbe stanja realnog plina i smjese realnih plinova				
9.2	Princip korespondentnih stanja - primjena na plinove i kapljevine				
9.3	Usavršeni princip korespondentnih stanja - Pitzerova korelacija				
9.4	Fugacitivnost, metode određivanja fugacitivnosti				
9.5	Otopine - parcijalne molarne veličine				
10.	Načini prostiranja topline	4	6	-	10
10.1	Vođenje topline - kondukcija, ravni zid, višeslojni ravni zid (usporedni i uzastopni slojevi), Fourierov zakon, toplinski tok, gustoća toplinskog toka, toplinski otpor, specifični toplinski otpor, koeficijent toplinske vodljivosti, kondukcija kroz cilindrični zid				
10.2	Prijenos topline - konvekcija, Newtonov zakon, koeficijent prijenosa topline konvekcijom				
10.3	Prolaz topline (ravna i cilindrična stijenka)				
10.4	Tehnički izmjenjivači topline				
	UKUPNO	30	30	-	60

16 PRAĆENJE I OCJENJIVANJE STUDENATA		
AKTIVNOST KOJA SE PRATI I/ILI OCJENJUJE	Udio aktivnosti u ECTS bodovima	Maksimalni broj ocjenskih bodova
1. Pohađanje nastave i aktivnost u nastavi	2,0	4,0
2. Priprema za (kontinuiranu) provjeru znanja	3,9	Ø
3. Kolokviji	0,1	48,0
4. Završni pismeni ispit		48,0
5. Završni usmeni ispit		
Ukupno:	6,0	100,0

Priprema za (kontinuiranu) provjeru znanja jest vrijeme koje student/ica provede u samostalnom radu i učenju.

16.1 Ishodi učenja i način provjere

R. br.	NAZIV NASTAVNE CJELINE	POVEZANOST S ISHODOM/IMA	AKTIVNOST/I STUDENATA KOJOM SE OSTVARUJU ISHODI UČENJA
1.	Uvod - opće osnove	- objasniti osnovne pojmove inženjerske termodinamike	kolokvij I i/ili pismeni ispit, usmeni ispit
2.	Prvi glavni zakon termodinamike	- objasniti osnovne pojmove, načela i principe termodinamičkih zakona - primijeniti osnovna znanja o načelima i principima termodinamičkih zakona u kemijsko-inženjerskim analizama i izračunima	kolokvij I i/ili pismeni ispit, usmeni ispit
3.	Kružni procesi	- opisati teorijske kružne procese	kolokvij I i/ili pismeni ispit, usmeni ispit
4.	Drugi glavni zakon termodinamike	- objasniti osnovne pojmove, načela i principe termodinamičkih zakona,	kolokvij I i/ili pismeni ispit, usmeni ispit
5.	Tehnička postrojenja za provedbu kružnih procesa	- usporediti tehnička postrojenja za provedbu kružnih procesa - opisati i objasniti rad toplinskih strojeva - primijeniti osnovna znanja o načelima i principima termodinamičkih zakona u kemijsko-inženjerskim analizama i izračunima	kolokvij I i/ili pismeni ispit, usmeni ispit
6.	Stvarni ili realni plinovi i pare	- primijeniti zakone termodinamike pri proračunima procesa s idealnim i realnim radnim medijima - koristiti dijagrame i tablice svojstava realnih radnih medija pri proračunu osnovnih procesa - komparirati idealne i realne procese - primijeniti osnovna znanja o načelima i principima termodinamičkih zakona u kemijsko-inženjerskim analizama i izračunima	kolokvij II i/ili pismeni ispit, usmeni ispit
7.	Ukapljivanje plinova	- objasniti osnovne pojmove inženjerske termodinamike	kolokvij II i/ili pismeni ispit, usmeni ispit
8.	Rashladni strojevi	- opisati i objasniti rad rashladnih strojeva i dizalica topline - primijeniti osnovna znanja o načelima i principima termodinamičkih zakona u kemijsko-inženjerskim analizama i izračunima	kolokvij II i/ili pismeni ispit, usmeni ispit
9.	Termodinamička svojstva fluida	- objasniti osnovne pojmove inženjerske termodinamike	kolokvij II i/ili pismeni ispit, usmeni ispit
10.	Načini prostiranja topline	- primijeniti značajke mehanizama prostiranja topline u rješavanju inženjerskih problema	kolokvij II i/ili pismeni ispit, usmeni ispit

16.2 Pohađanje nastave i aktivnost u nastavi

Studenti su dužni prisustvovati na 70% predavanja i vježbi, te aktivno sudjelovati u nastavi. Pohađanje nastave i aktivnost u nastavi ocjenjuje se s maksimalno 4 boda prema sljedećim kriterijima:

Aktivnost koja se ocjenjuje	Minimalni broj o. bodova koje je potrebno postići	Maksimalni broj o. bodova koje je moguće postići
Redovito pohađanje nastave i aktivnost na nastavi (osim vježbi)	1	2
Zalaganje i rad na vježbama, te povezivanje teorijskog znanja u rješavanju numeričkih primjera	1	2
Ukupno:	2	4

Postignuti bodovi pribrajaju se bodovima završnog pismenog ispita kod izračuna konačne ocjene.

16.3 Kolokvij

Svaki student/ica može položiti dvije pismene provjere znanja iz sadržaja predavanja i vježbi. Oba kolokvija imaju po 5 zadataka (5 numeričkih ili 4 numerička i 1 teorijski). Svaki zadatak nosi različit broj bodova, a svih 5 zadataka nosi 20 bodova (što nosi 24 ocjenska boda). Na svakom kolokviju je potrebno postići 12 bodova (što nosi po 12 ocjenskih bodova) da bi student/ica bio/la oslobođen završnog pismenog ispita, a postignuta ocjena priznaje se kao ocjena završnog pismenog ispita, te se na ispitnom roku polaže samo završni usmeni ispit. Bodovi se dodjeljuju prema sljedećem kriteriju:

Aktivnost koja se ocjenjuje	Minimalni broj o. bodova koje je potrebno postići	Maksimalni broj o. bodova koje je moguće postići
Kolokvij 1.	12,0	24,0
Kolokvij 2.	12,0	24,0
Ukupno:	24,0	48,0

16.4 Završni ispit

Student/ica je dužan/na položiti završni ispit koji se sastoji od pismenog i usmenog dijela ispita.

Da bi pristupio/la završnom ispitu student/ica mora imati barem 2 boda za aktivnosti opisane u točki 16.1. Pismeni ispit sastoji se od 5 zadataka (5 numeričkih ili 4 numerička i 1 teorijski). Svaki zadatak nosi različit broj bodova, a svih 5 zadataka nosi 20 bodova.

Uvjet za pristupanje usmenom dijelu završnog ispita jest uspješno položen pismeni dio ispita, a potrebno je postići minimalno 12 bodova (što nosi 24 ocjenska boda).

Usmeni ispit sastoji se od 3 pitanja, od kojih svako nosi po 16 bodova (po 16 ocjenskih bodova). Student/ica mora postići minimalno 24 boda da bi zadovoljio/la na usmenom dijelu završnog ispita.

Na završnom ispitu je maksimalno moguće postići 70 bodova. Bodovi se dodjeljuju prema sljedećem kriteriju:

Aktivnost koja se ocjenjuje	Minimalni broj o. bodova koje je potrebno postići	Maksimalni broj o. bodova koje je moguće postići
Pismeni ispit	24,0	48,0
Usmeni ispit	24,0	48,0
Ukupno:	48,0	96,0

16.5 Konačna ocjena

Pohađanjem nastave i aktivnošću u nastavi, kolokvijima (2) i/ili završnim pismenim ispitom, te usmenim ispitom student/ica može skupiti maksimalno 100 bodova, i to prema sljedećim kriterijima:

Aktivnost koja se ocjenjuje	Minimalni broj bodova koje je potrebno postići	Maksimalni broj bodova koje je moguće postići
Pismeni dio:		
Kolokviji/završni pismeni ispit	24 = 50 %	48
<i>Pohađanje nastave i aktivnost u nastavi</i>	2 = 50 %	4
	26 = 50 %	52
Usmeni dio:		
Završni usmeni ispit	24 = 50 %	48
Ukupno:	50	100

Svaki student/ica mora skupiti minimalno 50 ocjenskih bodova kako bi dobio/la prolaznu ocjenu. Konačna se ocjena donosi prema sljedećem kriteriju:

Broj ocjenskih bodova od maksimalno 100	ECTS sustav ocjenjivanja	Brojčani sustav ocjenjivanja
90 - 100	A	Izvrstan (5)
80 - 89,9	B	Vrlo dobar (4)
70 - 79,9	C	Dobar (3)
60 - 69,9	D	Dovoljan (2)
50 - 59,9	E	
0 - 49,9	F	Nedovoljan (1)

16.6 Napomene

Pravilnikom o studiranju Veleučilišta "Marko Marulić" u Kninu poblizje su uređena pravila studiranja za redovite i izvanredne studente na stručnim studijima koje ustrojava i izvodi Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu kao i praćenje kvalitete studija.

17 LITERATURA / WEB STRANICE

17.1 Obvezna literatura

- N. Petric, I. Vojnović, V. Martinac, Tehnička termodinamika, II izdanje, Kemijsko-tehnološki fakultet, Split, 2007.
dostupno na: www.ktf-split.hr/bib/tehnicka_termodinamika.pdf
- V. Martinac, Termodinamika i termotehnika (Priručnik formule i tablice), Kemijsko-tehnološki fakultet, Split, 2008.
dostupno na: www.ktf-split.hr/bib/termodinamika_i_termotehnika.pdf
- T. Petković, Uvod u znanost o toplini i termodinamici, Element d.o.o., Zagreb, 2016.
- A. Kostelić, Nauka o toplini, Tablice i dijagrami, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- Galović, A. (1997). Termodinamika, prijenos topline. U: Štefanović, D. (ur.) Tehnička enciklopedija, sv. 13 (str. 50–73). Zagreb: Leksikografski zavod Miroslav Krleža.
dostupno na: http://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/termodinamika_prijenos_topline.pdf

17.2 Preporučena literatura/web stranice

- M. Paić, Toplina i termodinamika, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- F. Bošnjaković, Nauka o toplini I, Tehnička knjiga, Zagreb, 1978.
- F. Bošnjaković, Nauka o toplini II, Tehnička knjiga, Zagreb, 1976.
- F. Bošnjaković, Nauka o toplini III, Tehnička knjiga, Zagreb, 1986.
- O. Fabris, Osnove inženjerske termodinamike, Pomorski fakultet Dubrovnik, Dubrovnik, 1994.
- Y. A. Cengel, Thermodynamics and heat transfer, 2nd Edition, McGrawHill, 2008.
- H. C. Van Ness, M. M. Abbott, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 6th Ed., McGraw-Hill, New York, 2000.
- B. E. Poling, J. M. Prausnitz, J. P. O'Connell, The Properties of Gases and Liquids, 5th Ed., McGraw-Hill, New York, 2000.
- R. E. Sonntag, G. J. Van Wylen, Introduction to Thermodynamics, 3rd Ed., Wiley, New York, 1995.
- M. J. Moran, H. N. Shapiro, N. Howard, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 6th Ed., Wiley, New York, 2007.

18 TERMINI ISPITA U AKADEMSKOJ GODINI 2020./2021.

ROK	1. TERMIN	SAT	2. TERMIN	SAT	DVORANA
zimski rok	01. 02. 2021.	10:00	15. 02. 2021.	10:00	9
ljetni rok	21. 06. 2021.	10:00	15. 07. 2021.	10:00	9
jesenski rok	30. 08. 2021.	10:00	13. 09. 2021.	10:00	9