

# TERMOENERGETSKA ANALIZA PROCESOV

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	TERMOENERGETSKA ANALIZA PROCESOV
<b>Course title:</b>	THERMAL ENERGETIC ANALYSIS OF PROCESSES
<b>Članica nosilka/UL Member:</b>	UL FS

<b>Študijski programi in stopnja</b>	<b>Študijska smer</b>	<b>Letnik</b>	<b>Semestri</b>	<b>Izbirnost</b>
Strojništvo, tretja stopnja, doktorski	Energetske, procesne in okoljske inženirske znanosti (smer)	1. letnik, 2. letnik	Celoletni	izbirni

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:**

0033453

**Koda učne enote na članici/UL Member course code:**

7208

<b>Predavanja /Lectures</b>	<b>Seminar /Seminar</b>	<b>Vaje /Tutorials</b>	<b>Klinične vaje /Clinical tutorials</b>	<b>Druge oblike študija /Other forms of study</b>	<b>Samostojno delo /Individual student work</b>	<b>ECTS</b>
90					160	10

**Nosilec predmeta/Lecturer:**

Andrej Senegačnik

**Izvajalci predavanj:**

Andrej Senegačnik

**Izvajalci seminarjev:**

**Izvajalci vaj:**

**Izvajalci kliničnih vaj:**

**Izvajalci drugih oblik:**

**Izvajalci praktičnega usposabljanja:**

--

**Vrsta predmeta/Course type:**

Izbirni predmet /Elective course

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:

Angleščina, Slovenščina

Vaje/Tutorial:

Angleščina, Slovenščina

**Pogoji za vključitev v delo oz. za  
opravljanje študijskih obveznosti:**

**Prerequisites:**

Veljajo splošni pogoji za doktorski študij.

General prerequisites for the third level studies.

**Vsebina:**

**Content (Syllabus outline):**

Predmet se po vsebini in pristopu prilagaja tematiki in ciljem študija posameznega kandidata.

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.

Predmet v splošnem obsega naslednje vsebine, metode zmanjševanja generiranja entropije, eksergijska analiza procesov, termoekonomska 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.

The topic of the course is related to the individual goals of the candidates study. Therefore the basic aim of the candidate study is to improve their knowledge of optimising the energy systems from the point of energetic, environmental and economic view. In general the content of the subject includes overviews of special theoretical methods, principals of applications for analysing the individual processes for optimisation of thermo energetic systems in practice.

Moreover, the content of this course includes, methods for entropy generation minimization, exergy analysis, thermo economic analysis and evaluation, pinch point methods, advance design of thermal systems and studies of (BAT) and their applications in general systems and power plants. Emphasis is also on current developing tendencies in energetic branch.

The course also treats the method of complex testing of thermal-systems, usable models, on-line data acquisition and calculation, study of influence of unstable parameters of reliable results transit phenomena in largest thermo energetic systems.

## Temeljna literatura in viri/Readings:

- [1] Avtorji: člani Laboratorija za energetska strojništvo; Zbirka člankov, objavljenih referatov in izvedenih projektov s področja preizkušanja termoeenergetskih postrojenj. Izbor je določen glede na področje, za vsakega kandidata posebej.
- [2] A. Bejan, G. Tsatsaronis, M. Moran, Thermal design and optimization, J. Wiley & Sons, 1996, ISBN - 0-471-58467-3, COBISS.SI-ID - 3433755
- [3] I. Dincer, M.A. Rosen, Exergy : energy, environment, and sustainable development, Elsevier, 2013, ISBN - 978-0-08-097089-9, COBISS.SI-ID - 13381915
- [4] Yehia M. El - Sayed;The Thermoconomics of Energy Conversions, Elsevier, 2003, ISBN - 0-08-044270-6, COBISS.SI-ID - 7331867
- [5] A. Bejan, Entropy generation minimization : the method of thermodynamic optimization of finite-size systems and finite-time processes, CRC, 1996, ISBN - 0-8493-9651-4, COBISS.SI-ID - 1486619
- [6] A. Bejan, Advanced engineering thermodynamics, J. Wiley & Sons, 2006, ISBN - 0-471-67763-9; 978-0-471-67763-5, COBISS.SI-ID - 9714459

## Cilji in kompetence:

### Cilji:

Študentu približati in na njegovem konkretnem primeru pokazati principe znanstveno raziskovalnega dela na področju termoeenergetske analize procesov. Študent je poleg razumevanja obravnavanega procesa usposobljen, da proces opiše tudi z numeričnim modelom, ki ga lahko preveri z eksperimentom. Kandidati se seznajajo in osvojijo standardizirane metode in kriterije za oceno kvalitete pretvarjanja energij pri obratovanju naprav in sistemov ter tudi s specialnimi, nestandardnimi metodami. Dobijo vpogled v potek dejansko izvedenih preizkusov, v interpretacijo izmerjenih veličin ter v postopke analiz. Na osnovi izvedenih projektov nadgradijo svoje teoretično znanje z lastnimi znanstvenimi dognanji.

### Kompetence:

Študent po končanem doktorskem študiju superiorno obvladuje neko ozko tehnično področje. V obravnavanem primeru je to neka specialnost v termoeenergetskih sistemih. Kandidat z uspešnim znanstveno raziskovalnim in eksperimentalnim delom pokaže, da je sposoben ustvariti nek nov izvirni izdelek, metodo, oziroma odkriti novo

## Objectives and competences:

### Goals:

Student is introduced to the principles of research work in the field of thermal energetic analysis of processes through the case studies. Besides understanding the discussed process the student is also capable of describing the process with numerical model as well as experimental evaluation of the model. Candidate is acquainted with and masters both standardized and special non-standardized methods and criteria for evaluating quality of energy transformations during operation of power devices and systems. Student gets insight into actually performed tests, interpretation of measured values and analyses procedures. Based on actual projects theoretical knowledge is enhanced with own scientific findings.

### Competences:

After completing the doctoral studies the student possesses superior expertise in a certain narrow technical field of interest, namely a particular detail of thermal power systems. Through successful research and experimental work the candidate shows ability to develop a new, original product, method, to make new technical discoveries and to present the results to the public in the

<p>znanstveno spoznanje in ga predstaviti svetovni javnosti v obliki članka v mednarodni reviji. Obenem je kandidat sposoben svoje trditve in dognanja tudi kompetentno zagovarjati.</p>	<p>form of an article in an international technical or scientific journal. The candidate is also capable of competent verbal presentation of his or her findings and statements.</p>
--	--

<p><b>Predvideni študijski rezultati:</b></p> <p>Študent po končanem doktorskem študiju superiorno obvladuje neko ozko tehnično področje. V obravnavanem primeru je to neka specialnost v termoeenergetskih sistemih. Kandidat z uspešnim znanstveno raziskovalnim in eksperimentalnim delom pokaže, da je sposoben ustvariti nek nov izviren izdelek, metodo, oziroma odkriti novo znanstveno spoznanje in ga predstaviti svetovni javnosti v obliki članka v mednarodni reviji. Obenem je kandidat sposoben svoje trditve in dognanja tudi kompetentno zagovarjati.</p>	<p><b>Intended learning outcomes:</b></p> <p>After completing the doctoral studies the student processes superior expertise in a certain narrow technical field of interest, namely a particular detail of thermal power systems. Through successful research and experimental work the candidate shows ability to develop a new, original product, method, to make new technical discoveries and to present the results to the public in the form of an article in an international technical or scientific journal. The candidate is also capable of competent verbal presentation of his or her findings and statements.</p>
---	---

<p><b>Metode poučevanja in učenja:</b></p> <p>Predavanja, laboratorijske vaje, seminarsko delo, e-izobraževanje, konzultacije. Seminarsko delo v čim večji meri navezuje se na področje doktorskega raziskovanja. Študij z uporabo priporočene literature.</p>	<p><b>Learning and teaching methods:</b></p> <p>Lectures, laboratory practice &amp; seminar work, e-education, consulting. The seminar work is related, as much as possible, to the student's doctoral research field. Study on a recommended literature basis.</p>
--	---

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
<p>Ustni izpit, poročilo o seminarskem delu. Pogoji za opravljanje ustnega izpita je uspešno izdelano in pozitivno ocenjeno seminarsko delo. Način (ustno izpraševanje, naloge, projekt) • naloge (20%) • projektni seminar (50%) • ustno izpraševanje (30%)</p>		<p>Oral exam, report on seminar work. The condition for admission to oral exam is successful completion of seminar work, rewarded with a passing grade. Method (oral examination, assignments, project) • assignments (20%) • project seminar (50%) • oral examination (30%)</p>

--	--

**Reference nosilca/Lecturer's references:****izr. prof. dr. Andrej SENEGAČNIK**

SENEGAČNIK, Andrej, STROPNIK, Rok, SEKAVČNIK, Mihael, RODMAN OPREŠNIK, Samuel, MLAKAR, Urška, IVANJKO, Štefan, STRITIĆ, Uroš. Integration of Renewable energy sources for sustainable energy development in Slovenia till 2050. Sustainable cities and society. [Spletna izd.]. Sep. 2023, vol. 96, str. 1-11, ilustr. ISSN 2210-6715.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670723002792>, DOI: 10.1016/j.scs.2023.104668. [COBISS.SI-ID 153519363]

MELE, Jernej, SENEGAČNIK, Andrej. Design of a fast internal circulating fluidized-bed gasifier with a conical bed angle. Thermal science. 2019, vol. 23, iss. 1, str. 33-45, ilustr. ISSN 0354-9836. <http://thermalscience.vinca.rs/online-first/2894>, DOI: 10.2298/TSCI161129171M. [COBISS.SI-ID 16402459]

SEKAVČNIK, Mihael, SENEGAČNIK, Andrej, MORI, Mitja, DROBNIČ, Boštjan, KUŠTRIN, Igor, JURJEVČIČ, Boštjan, LOTRIČ, Andrej. Raziskovalno okolje za testiranje pretočnih komponent vodikovih sistemov : zaključno poročilo. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za termoenergetiko, 2014. 41 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13829659]

JURJEVČIČ, Boštjan, SENEGAČNIK, Andrej, DROBNIČ, Boštjan, KUŠTRIN, Igor. The Characterization of pulverized-coal pneumatic transport using an array of intrusive electrostatic sensors. IEEE transactions on instrumentation and measurement. [Print ed.]. Dec. 2015, vol. 64, no. 12, str. 3434-3443, ilustr. ISSN 0018-9456. DOI: 10.1109/TIM.2015.2465731. [COBISS.SI-ID 14196507]

MELE, Jernej, SENEGAČNIK, Andrej. Gasification and combustion reactor geometry design of a fast internal circulating fluidized bed gasifier. V: KITANOVSKI, Andrej (ur.), POREDOŠ, Alojz (ur.). ECOS 2016 : proceedings of the 29th International Conference on Efficiency, Cost, Optimisation, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, June 19. - 23. 2016, Portorož, Slovenia. Ljubljana: Faculty of Mechanical Engineering, 2016. Datoteka p414\_gasification and combustion reactor ... (9 f.), ilustr. ISBN 978-961-6980-15-9. [COBISS.SI-ID 14707995]