

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Termo in jedrski energetske sistemi
<b>Course title:</b>	THERMAL AND NUCLEAR POWER SYSTEMS
<b>Članica nosilka/UL Member:</b>	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Strojništvo - projektno aplikativni program, prva stopnja, visokošolski strokovni	Energetsko strojništvo (smer)	2. letnik	2. semester

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 0562721

**Koda učne enote na članici/UL Member course code:** 3024-V

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		30			40	4

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Andrej Senegačnik

**Vrsta predmeta/Course type:** Izbirni strokovni predmet /Elective specialised course

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

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

**Prerequisites:**

Izpolnjevanje pogojev za vpis v Visokošolski strokovni študijski program I. stopnje Strojništvo - Projektno aplikativni program.

Meeting the enrollment conditions for the MECHANICAL ENGINEERING - Project Oriented Applied Programme.

**Vsebina:**

**Content (Syllabus outline):**

<p>1. Energetska postrojenja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Razdelitev;</li> <li>- Načini obratovanja;</li> <li>- Izkoristki;</li> <li>- Ekonomika energetskih postrojenj;</li> <li>- Slovenske termoelektrarne.</li> </ul> <p>2. Klasične termoelektrarne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glavni sestavni deli;</li> <li>- Termodinamske značilnosti delovnih krožnih procesov;</li> <li>- Viri toplote;</li> </ul>	<p>1. Power systems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- types;</li> <li>- operating modes;</li> <li>- efficiency;</li> <li>- economics of power plants;</li> <li>- Slovenian thermal power plants.</li> </ul> <p>2. Classical thermal power plants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- main components;</li> <li>- thermodynamic power cycles;</li> <li>- heat sources;</li> <li>- fuel characteristics;</li> </ul>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Značilnosti goriv;</li> <li>- Osnove zgorevanja.</li> </ul> <p>3. Premogovne termoelektrarne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipi parnih kotlov; termoelektrarniški in industrijski;</li> <li>- Elementi parnih kotlov;</li> <li>- Kurjava parnih kotlov.</li> </ul> <p>4. Parni kotel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cirkulacija vode;</li> <li>- Regulacija moči;</li> <li>- Izkoristek;</li> <li>- Priprava napajalne vode.</li> </ul> <p>5. Parna turbine:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementi;</li> <li>- Regulacija;</li> <li>- Zaščitni elementi.</li> </ul> <p>6. Odvod toplote:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kondenzator;</li> <li>- Hladilni sistemi.</li> </ul> <p>7. Ostali elementi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Črpalke: napajalna, obtočna, hladilna;</li> <li>- Regenerativni grelniki;</li> <li>- Ventilatorji vleka, podpiha;</li> <li>- Nadzorni in varnostni elementi.</li> </ul> <p>8. Klasična termoelektrarna in okolje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Emisije polutantov;</li> <li>- Čistilne naprave dimnih plinov;</li> <li>- Elektrofilter, zniževanje NOx;</li> <li>- Vloga in razvoj v prihodnosti;</li> </ul> <p>9. Jedrska elektrarna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Značilnosti;</li> <li>- Tipi in delovanje jedrskih reaktorjev;</li> <li>- Oplodni jedrski reaktor.</li> </ul> <p>10. Jedrska varnost:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radioaktivno sevanje in okolje;</li> <li>- Napake in človeški faktor;</li> <li>- Značilnosti zaščitno varnostnih sistemov v jedrskih elektrarnah.</li> </ul> <p>11. Jedrska elektrarna in okolje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Primerjava s klasično termoelektrarno;</li> <li>- Radioaktivni odpadki;</li> <li>- Nezgode in nesreče;</li> <li>- Razgradnja.</li> </ul> <p>12. Plinske elektrarne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Termodinamične značilnosti;</li> <li>- Plinski krožni proces;</li> <li>- Kombinirani plinsko parni proces;</li> <li>- Slovenske plinske elektrarne.</li> </ul> <p>13. Termični sistemi v industriji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nosilci termične energije: vodna para, vroča voda, termo olje, vroč zrak;</li> <li>- Osnovne značilnosti distribucijskih mrež;</li> <li>- Distribucija pare;</li> <li>- Naprave za uporabo pare v industriji.</li> </ul> <p>14. Industrijski parni sistem I:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- basics of combustion.</li> </ul> <p>3. Coal fired power plants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- types of steam boilers – power plant, industrial;</li> <li>- steam boiler elements;</li> <li>- steam boiler firing.</li> </ul> <p>4. Steam boiler:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- water circulation;</li> <li>- regulation of heat power;</li> <li>- efficiency;</li> <li>- feed water preparation.</li> </ul> <p>5. Steam turbines:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elements;</li> <li>- regulation;</li> <li>- protective elements.</li> </ul> <p>6. Heat sink:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- condenser;</li> <li>- cooling systems.</li> </ul> <p>7. Other elements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pumps: feed pump, circulation, cooling;</li> <li>- regenerative heaters;</li> <li>- forced draft fans;</li> <li>- control and safety elements.</li> </ul> <p>8. Classic thermal power plant and environment:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pollutant emissions;</li> <li>- flue gas after treatment;</li> <li>- electro precipitator, NOx reduction;</li> <li>- future role and development;</li> </ul> <p>9. Nuclear power plant:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- characteristics;</li> <li>- types and operation of nuclear reactors;</li> <li>- fast breeder reactor.</li> </ul> <p>10. Nuclear safety:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- radioactive radiation and the environment;</li> <li>- faults and the human factor;</li> <li>- characteristics of safety systems in nuclear power plants.</li> </ul> <p>11. Nuclear power plant and environment:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comparison with classic thermal power plant;</li> <li>- radioactive waste;</li> <li>- accidents;</li> <li>- decomposition.</li> </ul> <p>12. Gas power plants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- thermodynamic characteristics;</li> <li>- gas cycle;</li> <li>- combined gas-steam cycle;</li> <li>- Slovenian gas turbine power plants.</li> </ul> <p>13. Thermal systems in industry:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- thermal energy carriers: steam, hot water, thermal oil, hot air;</li> <li>- basic characteristics of distribution networks;</li> <li>- steam distribution;</li> <li>- industrial steam generators.</li> </ul> <p>14. Industrial steam system I:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- steam quality;</li> </ul>
--	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kvaliteta pare;</li> <li>- Odzračevanje, sušenje pare;</li> <li>- Dimenzioniranje parovoda;</li> <li>- Kompenzacija dilatacij.</li> </ul> <p>15. Industrijski parni sistem II:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zagon parnega sistema, izgube;</li> <li>- Odvajalniki kondenzata;</li> <li>- Parni zastoj, izparki;</li> <li>- Parne armature;</li> <li>- Zaščitni elementi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- air elimination, steam drying;</li> <li>- dimensioning of steam lines;</li> <li>- dilatation compensation.</li> </ul> <p>15. Industrial steam system II:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- starting the steam system, losses;</li> <li>- condensate traps;</li> <li>- steam jam, flash steam;</li> <li>- steam fittings;</li> <li>- safety elements.</li> </ul>
--	---

### Temeljna literatura in viri/Readings:

Tuma M., Sekavčnik M., Energetski sistemi – oskrba z električno energijo in toplota, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 2004

Oman J., Generatorji toplote, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 2005

Spirax Sacro, The Steam and Condensate Loop, Spirax Sacro Limited, 2008.

### Cilji in kompetence:

<p>Cilji:</p> <p>Spozna uporabnost termodinamike in prenosa toplote v realnih industrijskih in termoeenergetskih procesih.</p> <p>Spozna masne in energijske tokove, energijske pretvorbe, ter njihove medsebojne relacije v energetskem sistemu .</p> <p>Spozna dopustne mejne emisije iz energetskih postrojenj in metode zmanjševanja emisij.</p> <p>Sposoben načrtovanja manjših energetskih sistemov v industriji.</p> <p>Kompetence:</p> <p>S1-PAP, S7-PAP, P4-PAP: Je sposoben uporabiti pridobljeno znanje v praksi pri upravljanju in nadzoru termoeenergetskih sistemov.</p> <p>S9-PAP: Upoštevanje varnostnih in okoljevarstvenih omejitev pri uporabi energetskih postrojenj.</p> <p>P1-PAP: Razume delovanje energijskih sistemov in energijske pretvorbe znotraj sistema.</p> <p>P5-PAP: Spozna glavne okoljske omejitve in probleme, ki jih generirajo termoeenergetski sistemi.</p>
---

### Objectives and competences:

<p>Objectives:</p> <p>Recognizes the usefulness of thermodynamics and heat transfer in real industrial and thermal power processes.</p> <p>Knows the mass and energy flows, energy transformations, and their interactions in the power system.</p> <p>Knows the permissible emission limits from power systems and methods for reducing the emissions.</p> <p>Able to design smaller power systems in the industry.</p> <p>Competencies:</p> <p>S1-PAP, S7-PAP, P4-PAP: Able to apply the acquired knowledge in practice in the management and control of thermal power systems.</p> <p>S9-PAP: Compliance with safety and environmental restrictions in case of power plants.</p> <p>P1-PAP: Understands the operation of energy systems and energy conversion within a system.</p> <p>P5-PAP: Recognizes major environmental constraints and problems generated by thermal power systems.</p>
--

### Predvideni študijski rezultati:

<p>Znanja:</p> <p>Z1: Poglobljeno strokovno teoretično in praktično znanje s področja delovanja in upravljanja energetskih sistemov kot so termoelektrarna postrojenja, kogeneracije in</p>
---

### Intended learning outcomes:

<p>Knowledge:</p> <p>Z1: In-depth professional theoretical and practical knowledge in the field of operation and management of energy systems such as thermal power plants,</p>
---

<p>industrijska termoeenergetska postrojenja in industrijski parni sistemi.</p> <p>Spretnosti:</p> <p>S2: Obvladovanje zahtevnih, kompleksnih energijskih sistemov ob samostojni uporabi znanja v raznih delovnih situacijah</p> <p>S3: Diagnosticiranje in reševanje problemov v različnih termoeenergetskih in industrijskih sistemih</p> <p>S4: Osnova za izvirna dognanja, izboljšave in kritično refleksijo</p>	<p>cogeneration and industrial steam systems.</p> <p>Skills:</p> <p>S2: Mastering complicated and complex energy systems while using knowledge independently in a variety of work situations</p> <p>S3: Diagnosis and problem solving in various power and industrial systems</p> <p>S4: Basis for original findings, enhancements, and critical reflection</p>
--	---

#### Metode poučevanja in učenja:

<p>P1: Avditorna predavanja z reševanjem izbranih – primerov za področje značilnih - teoretičnih in praktično uporabnih primerov.</p> <p>P2: Obravnava snovi po urejeni in vnaprej razloženi sistematiki.</p> <p>P3: Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z računskimi primeri.</p> <p>P4: Laboratorijske vaje - električni parni kotel, odvajalniki kondenzata, parni reducirni ventil.</p> <p>P5: Uporaba študijskega gradiva v e-obliki (e-verzija predstavitev predavanj).</p> <p>P8: Izdelava in predstavitev aplikativnih seminarских nalog.</p> <p>P10: Uporaba anket v realnem času.</p> <p>P14: Virtualni eksperimenti.</p> <p>P15: Uporaba video vsebin kot priprava na predavanja in vaje.</p>
---

#### Learning and teaching methods:

<p>P1: Classroom lectures by solving selected - case studies for typical - theoretical and practical examples.</p> <p>P2: Treatment of the substance according to an orderly and pre-interpreted systematics.</p> <p>P3: Tutorials where theoretical knowledge of lectures is supported by computational examples.</p> <p>P4: Laboratory work - electric steam boiler, steam traps, steam reducing valve.</p> <p>P5: Use of study materials in e-format (e-version of lecture presentation).</p> <p>P8: Design and presentation of applied seminar work.</p> <p>P10: Use real-time surveys.</p> <p>P14: Virtual Experiments.</p> <p>P15: Using video content to prepare for lectures and tutorials.</p>
---

#### Načini ocenjevanja:

#### Delež/Weight

#### Assessment:

- Teoretične vsebine (predavanja)	40,00 %	- Theory (lectures)
- Samostojno delo na vajah:	20,00 %	- Practical coursework
- Vaje:	40,00 %	- Coursework

#### Reference nosilca/Lecturer's references:

Andrej Senegačnik:

**SENEGAČNIK, Andrej**, OMAN, Janez, ŠIROK, Brane. Analysis of calcination parameters and the temperature profile in an annular shaft kiln. Part 1: Theoretical survey. *Applied thermal engineering*. [Print ed.]. 2007, letn. 27, št. 8/9, str. 1467-1472. ISSN 1359-4311. <http://dx.doi.org/10.1016/applthermaleng.2006.10.001>. [COBISS.SI-ID 9747995]

SMREKAR, Jure, **SENEGAČNIK, Andrej**, FÜHRER, Claus. Methodology for evaluation of cooling tower performance. Part 2, Application of the methodology and computational aspects of Poppe equations. *Energy*

*conversion and management*. [Print ed.]. Oct. 2011, vol. 52, iss. 11, str. 3282-3289, ilustr. ISSN 0196-8904. DOI: 10.1016/j.enconman.2011.05.004. [COBISS.SI-ID 11988251]

KUŠTRIN, Igor, BOLE, Igor, **SENEGAČNIK, Andrej**. A practical approach to optimizing the operation of three units at Power Plant Ljubljana. 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 p251\_a practical approach to optimization ... (7 f.), ilustr. ISBN 978-961-6980-15-9. [COBISS.SI-ID 14709019]

**SENEGAČNIK, Andrej**, KUŠTRIN, Igor, LENART, Jože, LEBAN, Miran, SEKAVČNIK, Mihael. Možnosti energijske izrabe prezračevalnega zraka iz premogovnika. V: VORŠIČ, Jože (ur.). *Komunalna energetika : oskrba z energijo*. Maribor: Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, 2013. Str. 1-9, ilustr. ISBN 978-961-248-388-3. [COBISS.SI-ID 13151003]

**SENEGAČNIK, Andrej**, SEKAVČNIK, Mihael. *Napoved razvoja prevzema končne energije v industriji Republike Slovenije do leta 2054*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2018. 60 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 16401179]