

# KEMIČNI NOSILCI ENERGIJE

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Kemični nosilci energije
<b>Course title:</b>	CHEMICAL ENERGY CARRIERS
<b>Članica nosilka/UL Member:</b>	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Strojništvo - Razvojno raziskovalni program, druga stopnja, magistrski (od študijskega leta 2024/2025 dalje)	Energetsko strojništvo (smer)	1. letnik	2. semester	obvezni

<b>Univerzitetna koda predmeta/University course code:</b>	0566858
<b>Koda učne enote na članici/UL Member course code:</b>	6006-M

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		30			65	5

<b>Nosilec predmeta/Lecturer:</b>	Andrej Senegačnik
-----------------------------------	-------------------

<b>Izvajalci predavanj:</b>	
<b>Izvajalci seminarjev:</b>	
<b>Izvajalci vaj:</b>	
<b>Izvajalci kliničnih vaj:</b>	
<b>Izvajalci drugih oblik:</b>	
<b>Izvajalci praktičnega usposabljanja:</b>	

**Vrsta predmeta/Course type:**

Obvezni strokovni predmet na smeri Energetsko strojništvo, ki je izbirni strokovni predmet na ostalih smereh/Compulsory specialised course in the study of Energy engineering, which is an elective specialised course in other fields of study.

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:

Slovenščina

Vaje/Tutorial:

Slovenščina

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

Izpolnjevanje pogojev za vpis v Magistrski študijski program II. stopnje Strojništvo - Razvojno raziskovalni program.

Meeting the enrollment conditions for the Master's study programme of Mechanical Engineering - Research and Development program.

**Vsebina:****Content (Syllabus outline):**

1. Predavanje: Temeljne fizikalno kemične značilnosti goriv:
  1. termična stabilnost/razpad goriva, temperatura samovžiga, plamenišče, kurilnost, viskoznost, površinska napetost, krivulje uparjanja, osnovna reaktivnost;
  2. ugotavljanje fizikalno kemičnih značilnosti goriv.
2. Predavanje: Energija kemičnih reakcij:
  1. tipi in struktura kemičnih nosilcev energije;
  2. kemijski potencial;
  3. termodinamika kemijskih reakcij.
3. Predavanje: Trdna goriva:
  1. trdna goriva - les, šota, premog;
  2. kemija premoga;
  3. zaloge, pridobivanje, lastnosti, skladiščenje.
4. Predavanje: Priprava trdnih goriv za zgorevanje:
  1. mletje, sušenje;
  2. priprava lesa;
  3. naprave za zgorevanje in vplivni parametri tvorbe onesnažil.
5. Predavanje: Kapljevita goriva:

1. Lecture: Basic physical-chemical characteristics of fuels:
  - thermal stability/decomposition of fuel, auto-ignition temperature, flash point, calorific value, viscosity, surface tension, evaporation curves, basic reactivity;
  - physical and chemical characteristics of fuels.
2. Lecture: Energy of chemical reactions:
  - - types and structure of chemical energy carriers;
  - - chemical potential;
  - - thermodynamics of reactions.
3. Lecture: Solid fuels:
  - solid fuels - wood, peat, coal;
  - coal chemistry;
  - stocks, acquisition, properties, storage.
4. Lecture: Preparation of solid fuels for combustion:
  - grinding, drying;
  - preparation of wood;

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. nafta, pridobivanje, zaloge;</li> <li>2. rafinacija, lastnosti, aditivi;</li> <li>3. skladiščenje.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• combustion methods and the influence parameters of pollutant formation.</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Predavanje: Priprava kapljevih goriv za zgorevanje:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. razprševanje, uplinjanje;</li> <li>2. naprave za zgorevanje in vplivni parametri tvorbe onesnažil.</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Lecture: Liquid fuels:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• oil, extraction, reserves;</li> <li>• refining, properties, additives;</li> <li>• storing.</li> </ul> </li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Predavanje: Plinasta goriva:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. zemeljski plin;</li> <li>2. zaloge, pridobivanje, lastnosti.</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Lecture: Preparation of liquid fuels for combustion:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• scattering, gasification;</li> <li>• combustion methods and the influence parameters of pollutant formation.</li> </ul> </li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Predavanje: Raba plinastih goriv:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ukapljevanje, uparjanje;</li> <li>2. transport plina, transport ukapljenega plina;</li> <li>3. naprave za zgorevanje in vplivni parametri tvorbe onesnažil.</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Lecture: Gaseous fuels:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• natural gas;</li> <li>• reserves, acquisition, properties.</li> </ul> </li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Predavanje: Sekundarna goriva iz odpadkov:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. postopki pridobivanja sekundarnih goriv iz odpadne embalaže;</li> <li>2. industrijski odpadki;</li> <li>3. komunalni odpadki;</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Lecture: Use of gaseous fuels:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• liquefaction, evaporation;</li> <li>• gas transport, transport of liquefied gas;</li> <li>• combustion methods and the influence parameters of pollutant formation.</li> </ul> </li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Predavanje: Biogoriva:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. biogoriva 1. generacije;</li> <li>2. biogoriva 2. generacije;</li> <li>3. biogoriva 3. generacije;</li> <li>4. biogoriva 4. generacije.</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Lecture: Secondary fuels from waste:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• procedures for obtaining secondary fuels from packaging waste;</li> <li>• industrial waste;</li> <li>• municipal wastes;</li> </ul> </li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Predavanje: Integracija biogoriv in sekundarnih goriv z fosilnimi gorivi:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. uporaba biogoriv in vplivni parametri tvorbe onesnažil;</li> <li>2. kombinirana uporaba sekundarnih in fosilnih goriv;</li> <li>3. širši okoljski vidik pridobivanja in uporabe biogoriv in sekundarnih goriv.</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Lecture: Biofuels:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1st generation biofuels;</li> <li>• 2nd generation biofuels;</li> <li>• 3rd generation biofuels;</li> <li>• 4th generation biofuels.</li> </ul> </li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Predavanje: Napredni postopki pridobivanja in predelave goriv:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. hidravlično lomljenje;</li> <li>2. uplinjanje trdnih goriv;</li> <li>3. ukapljevanje lesa;</li> <li>4. predelava plastičnih odpadkov.</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Lecture: Integration of biofuels and secondary fuels with fossil fuels:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• use of biofuels and pollutant formation parameters;</li> <li>• combined use of secondary and fossil fuels;</li> <li>• wider environmental aspect of the production and use of biofuels and secondary fuels.</li> </ul> </li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Predavanje: Sintetična goriva:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. klasifikacija procesov;</li> <li>2. posredna, neposredna konverzija;</li> <li>3. ekonomika procesov;</li> <li>4. okoljski parametri, emisije pri zgorevanju sintetičnih goriv.</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Lecture: Advanced Fuel Production and Processing Procedures:</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>14. Predavanje: Sistemski hranilniki toplote:</li> </ol>	

1. reverzibilne kemične reakcije; 2. termokemični hranilniki; 3. senzibilni in latentni hranilniki; 4. okoljski parametri uporabe sistemskih hranilnikov. 15. Predavanje: Integracija hranilnikov v energetske sisteme: 1. časovne in močnostne karakteristike sistemskih hranilnikov; 2. prožnost sistema; 3. integracija in kombinacija hranilnikov.	<ul style="list-style-type: none"> <li>hydraulic fracturing;</li> <li>gasification of solid fuels;</li> <li>wood liquefaction;</li> <li>recovery of plastic waste.</li> </ul> 13. Lecture: Synthetic fuels: <ul style="list-style-type: none"> <li>classification of processes;</li> <li>indirect, direct conversion</li> <li>economics of processes;</li> <li>environmental parameters, combustion emissions of synthetic fuels.</li> </ul> 14. Lecture: System heat storage: <ul style="list-style-type: none"> <li>reversible chemical reactions;</li> <li>thermochemical storage tanks;</li> <li>sensible and latent storage;</li> <li>environmental parameters of the use of system storage tanks.</li> </ul> 15 Lecture: Integration of storage tanks into energy systems: <ul style="list-style-type: none"> <li>time and power characteristics of system storage tanks;</li> <li>flexibility of the system;</li> <li>integration and combination of storage tanks.</li> </ul>
---	---

### Temeljna literatura in viri/Readings:

1. A.H. Lefebvre, D.R. Ballal, Gas turbine combustion : alternative fuels and emissions, 3rd ed. CRC press, 2010, ISBN - 978-1-4200-8604-1, [COBISS.SI-ID <a href="#">11708699</a> ] 2. K. Schofield, Combustion emissions : formation, reaction, and removal of trace metals in combustion products, Academic Press, 2020, ISBN - 978-0-12-819126-2, [COBISS.SI-ID <a href="#">147985923</a> ] 3. R. Pavletič, Zgorevanje : teoretične osnove, goriva, inženirska uporaba, Fakulteta za strojništvo, 1996, ISBN - 86-7217-126-8, [COBISS.SI-ID <a href="#">1426459</a> ] 4. K.M. Bryden, et.al. Combustion engineering, 3rd ed., CRC Press, 2022, ISBN - 978-1-138-06538-3; 978-1-032-24688-8; 978-1-315-15972-0, [COBISS.SI-ID <a href="#">147336451</a> ] 5. D.A. Tillman, N.S. Harding, Fuels of opportunity : characteristics and uses in combustion systems, Elsevier, 2004, ISBN - 0-08-044162-9, [COBISS.SI-ID <a href="#">26042373</a> ] 6. J. Warnatz, U. Mass, R.W. Dibble, Combustion : physical and chemical fundamentals, modeling and simulation, experiments, pollutant formation, 3rd ed., Springer, 2001, ISBN - 3-540-67751-8, [COBISS.SI-ID <a href="#">23305989</a> ]
---

### Cilji in kompetence:

### Objectives and competences:

Cilji:	Objectives:
--------	-------------

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Spoznati osnovne fizikalno kemijske lastnosti kemičnih nosilcev energije.</li> <li>2. Spoznati pridobivanje in pripravo fosilnih goriv za uporabo.</li> <li>3. Spoznati obnovljiva biogoriva, njihov razpoložljivi potencial in interakcijo s pridelavo hrane.</li> <li>4. Spoznati postopke pridobivanja sekundarnih goriv iz odpadnih snovi.</li> <li>5. Razumeti principe skladiščenja energije – energijske pretvorbe med prehodnimi oblikami energije in nakopičenimi energijami – kemični, elektrokemični in termični princip skladiščenja.</li> <li>6. Razumeti principe načrtovanja in vključevanja hranilnikov energije v energetske sisteme.</li> </ol> <p>Kompetence:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. S1-MAG, P2-MAG: Sposobnost razumevanja interakcije relevantnih snovnih lastnosti kemičnega nosilca na njegovo pripravo in uporabo.</li> <li>2. S3-MAG: Sposobnost nadaljevanja lastnega poklicnega razvoja z refleksijo lastnega dela pri uporabi kurilnih naprav in procesov zgorevanja v praksi.</li> <li>3. S8-MAG: Sposobnost kritične presoje verig energijskih pretvorb in vplivov na okolje pri pripravi alternativnih goriv iz biomase, odpadkov in uporabi sistemskih hranilnikov energije.</li> <li>4. P4-MAG: Sposobnost načrtovanja in modeliranja na področju hranilnikov viškov energije iz obnovljivih virov energije.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. To know the basic physical and chemical properties of chemical energy carriers.</li> <li>2. To know the production and preparation of fossil fuels for use.</li> <li>3. To learn about renewable biofuels, their available potential and their interaction with food production.</li> <li>4. Know the procedures for extracting secondary fuels from waste materials.</li> <li>5. Understand the principles of energy storage - energy conversion between transient energy forms and stored energy - chemical, electrochemical and thermal storage principles.</li> <li>6. Understand the principles of designing and integrating energy storage systems into energy systems.</li> </ol> <p>Competences:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. S1-MAG, P2-MAG: Ability to understand the interaction of the relevant properties of a chemical carrier to its preparation and use.</li> <li>2. S3-MAG: Ability to continue own professional development by reflecting own work in the field of furnaces and other combustion processes in practice.</li> <li>3. S8-MAG: Ability to critically evaluate energy conversion chains and environmental impacts in the preparation of alternative biomass fuels, waste and the use of large-system energy storage facilities.</li> <li>4. P4-MAG: Ability to design and to model the energy storage tanks for surplus renewable energies.</li> </ol>
---	---

### **Predvideni študijski rezultati:**

<p>Znanja:</p> <p>Z2: Osvojijo znanje o sestavi, pridobivanju in namembnosti nosilcev kemične notranje energije – goriv in značilnostih njihove priprave za uporabo. Osvojijo znanje o obnovljivih biogorivih, sintetičnih gorivih, izrabi</p>
--

### **Intended learning outcomes:**

<p>Knowledge:</p> <p>Z2: They acquire knowledge of the composition, generation and usage of chemical energy carriers - fuels and the characteristics of their preparation for use. They acquire knowledge of renewable biofuels, synthetic fuels,</p>
---

<p>odpadnih snovi in hranilnikih viškov energije iz obnovljivih virov energije.</p> <p>Spretnosti:</p> <p>S2.1: Sposobnost vrednotenja posameznega nosilca energije z ozirom uporabnosti za pridobivanje energije v povezavi z neželenimi emisijami v okolje.</p> <p>S2.2: Samostojna uporaba pridobljenega znanja pri snovanju in analizi sistemov pri prehodu na okolju prijaznejše nadomestne gorivo.</p> <p>S2.3: Sposobnost snovanja in vključevanja hranilnikov viškov obnovljive energije v energetske sisteme.</p> <p>S2.8: Sposobnost kritične presoje vključevanja in učinkovitosti pretvorb pri skladiščenju in sproščanju viškov energije z raznimi energijskimi sistemi.</p>	<p>waste materials and surplus energy storage from renewable energy sources.</p> <p>Skills:</p> <p>S2.1: Ability to evaluate an individual energy carrier with respect to its usefulness for generating energy in relation to unwanted emissions into the environment.</p> <p>S2.2: Independent use of acquired knowledge in the design and analysis of systems in the transition to more environmentally friendly alternative fuels.</p> <p>S2.3: Ability to design and integrate renewable energy storage tanks into energy systems.</p> <p>S2.8: Ability to critically evaluate the integration and efficiency of conversions in the storage and release of excess energy through various energy systems.</p>
---	--

#### **Metode poučevanja in učenja:**

P1: Avditorna predavanja z reševanjem izbranih – primerov za področje značilnih - teoretičnih in praktično uporabnih primerov.

P2: Obravnava snovi po urejeni in vnaprej razloženi sistematiki.

P3: Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z računskimi primeri.

P4: Laboratorijske vaje – pridelava biodizelskega goriva, suha destilacija lesa, plastike.

P5: Uporaba študijskega gradiva v obliki (e-verzija predstavitve predavanj).

P8: Izdelava in predstavitev aplikativnih seminarskih nalog.

P10: Uporaba anket v realnem času.

P14: Virtualni eksperimenti.

P15: Uporaba video vsebin kot priprava na predavanja in vaje.

#### **Learning and teaching methods:**

P1: Classroom lectures by solving selected - case studies for typical - theoretical and practical examples.

P2: Treatment of the subject according to an orderly and pre-interpreted systematics.

P3: Tutorials where theoretical knowledge of lectures is supported by computational examples.

P4: Laboratory work - biodiesel production, dry distillation of wood, plastics.

P5: Use of study materials in format (e-version of lecture presentation).

P8: Design and presentation of applied seminar work.

P10: Use of real-time surveys.

P14: Virtual Experiments.

P15: Using video content to prepare for lectures and tutorials.

**Načini ocenjevanja:****Delež/  
Weight****Assessment:**

Teoretične vsebine (predavanja)	50,00 %	Theory (lectures)
Teoretične vsebine in računski primeri (vaje)	50,00 %	Theory and examples (coursework)

**Ocenjevalna lestvica:****Grading system:**

5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10
--	--

**Reference nosilca/Lecturer's references:****Andrej Senegačnik:**

1. JURJEVČIČ, Boštjan, **SENEGAČNIK, Andrej**, KUŠTRIN, Igor. A surveillance of direct-firing system for pulverized-coal using statistically treated signals from intrusive electrostatic sensors. Strojniški vestnik. Apr. 2017, vol. 63, no. 4, str. 265-274. [COBISS.SI-ID [15478043](#)]
2. SMREKAR, Jure, POTOČNIK, Primož, **SENEGAČNIK, Andrej**, Multi-step-ahead prediction of NOx emissions for a coal-based boiler. Applied energy. Jun. 2013, vol. 106, str. 89-99. [COBISS.SI-ID [12669211](#)]
3. **SENEGAČNIK, Andrej**. Možnost suhega razžveplanja dimnih plinov v kotlih K1 in K2 v Energetika Ljubljana enota TE-TOL. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za termoeenergetiko, 2019. 12 f., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [16889627](#)]
4. **SENEGAČNIK, Andrej**, SEKAVČNIK, Mihael, MELE, Jernej. Optimizacija uplinjevalnika za uplinjanje alternativnih trdnih goriv : elaborat. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za termoeenergetiko, 201 143 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [13503515](#)]
5. 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 termoeenergetiko, 2014. 41 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [13829659](#)]