

EKSPERIMENTALNO MODELIRANJE V ENERGETSKEM STROJNIŠTVU

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	EKSPERIMENTALNO MODELIRANJE V ENERGETSKEM STROJNIŠTVU
Course title:	EXPERIMENTAL MODELING IN POWER ENGINEERING
Članica nosilka/UL Member:	UL FS

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

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0033447
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	7202

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

Nosilec predmeta/Lecturer: Marko Hočevar

Izvajalci predavanj: Matevž Dular, Marko Hočevar

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):

- Osnovni koncepti merilnih metod,
- Merilna negotovost sestavljenih merilnih sistemov
- Zajemanje merilnih signalov in digitalizacija v sestavljenih merilnih sistemih
- Pogoste merilne napake in kako jih odpravimo
- Uvod v eksperimentalno modeliranje
- Enostavni regresijski modeli
- Druge regresijske metode
- Merilne tehnike in orodja na področju energetskega strojništva
- Obnašanje merilnih sistemov na področju energetskega strojništva
- Snovanje eksperimentov in analiza na izbranih primerih
- Analiza regresijskih modelov

- Basic concepts of measurement methods;
- Measurement uncertainty of combined measurement systems.
- Measurement signal acquisition and digitization in combined measurement systems.
- Frequent measurement errors and how to avoid them;
- Introduction to experimental modelling;
- Simple linear regression models;
- Other regression models;
- Measurement techniques and tools in power engineering;
- Behaviour of measurement systems in power engineering;
- Experimental design and analysis of selected examples;
- Analysis of regression models;

Temeljna literatura in viri/Readings:

[1] B. Širok , B. Blagojević, P. Bullen: Mineral wool : production and properties. Cambridge: Woodhead, 2008. X, COBISS.SI-ID - 10475547,.

[2] B.Širok, M.Dular, B.Stoffel: Kavitacija. 1. natis. Ljubljana: i2, 2006, COBISS.SI-ID - 227838208

[3] Douglas C. Montgomery: Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons, INC, 7th Edition, , COBISS.SI-ID - 11603483, 2009

[4] Richard S. Figliola, Donald E. Beasley: Theory and Design for Mechanical Measurements. John Wiley & Sons, Inc., 5th Edition, COBISS.SI-ID - 35307013, 2011.

Cilji in kompetence:

Cilji:

Študenti:

- se v uvodnem delu seznanijo z znanji iz področja merilnih metod, ki se uporabljajo na področju energetskega strojništva. Te vsebine se nadgradijo z predstavitvijo novejših metod za spremljanje časovno in krajevno variabilnih veličin. Predstavljene so metode računalniško podprte vizualizacije, LDA anemometrije, PIV metode, HW anemometrija itd.
- spoznajo postopke, ki na osnovi meritev procesnih spremenljivk in različnih numeričnih multiregresijskih metod oblikujejo fenomenološke zakonitosti na opazovanem področju.
- spoznajo se z vsebinami predmeta, ki so posvečene modelnim raziskavam, kjer se rezultati le-teh prenašajo na izvedbene rešitve.
- seznanijo se s postopki kombiniranega numeričnega modeliranja, dopolnjenega z eksperimentalno dobljenimi konstitucijskimi relacijami in robnimi pogoji.
- se v zaključnem delu usmerijo preko aplikacij na modelne raziskave turbinskih strojev, modelne raziskave v energetskem strojništvu.

Kompetence:

- Študent osvoji v okviru predmeta znanja na visokem znanstvenem in strokovnem nivoju.
- Na predmetnem področju bo usposobljen za izvirno znanstveno raziskovalno delo.
- Njegove kompetence bodo vsebovale: poznavanje literature iz področja,

Objectives and competences:

Goals:

- In the introductory part of the course, students get acquainted with knowledges from the field of measurement methods, which are applied in power engineering. This is further complemented with the introduction of up-to-date methods for acquisition of time- and spatially variable quantities. Presented are the methods of computer-aided visualization, laser-Doppler anemometry, particle image velocimetry, hot-wire anemometry, etc.
- Students learn procedures, based on measurements of process variables and several numerical multi-regression methods, which form phenomenological principles on observed processes.
- A substantial part of the course is dedicated to model research, where students learn how gained results can be transferred to the real end-product.
- Students acquire the knowledge of combined numerical modelling complemented with empirically gained constructive relations and experimental boundary conditions.
- In the later part of the course, students deal with applications of model research in turbine engines as well as of model research in production processes.

Competences:

- The student acquires knowledges on a high scientific and technical level during the course.
- The student will be qualified for genuine scientific research activities within the mentioned scientific field.
- His/her competences will include:

<p>poznavanje odprtih relevantnih problemov, sposobnosti planiranja in izvajanja raziskovalnega dela do končnega cilja raziskav.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Osvoji različne eksperimentalne metodologije na področju energetskega strojništva. - Usposobljen je za izvajanja meritev in analiz rezultatov na procesih pretvorbe energij na hidro in termoenergetskih sistemih. - Osvoji različne eksperimentalne metode na mikro in makro nivoju in je usposobljen za izvajanja analiz na kompleksnih - več parametričnih sistemih. - Usposobljen je za oblikovanja fenomenoloških modelov na osnovi eksperimentalnih rezultatov. 	<p>knowledge of the relevant literature, knowledge of relevant and current problems, ability to plan and perform scientific work up to the end goal of its research activities.</p> <ul style="list-style-type: none"> - The student will also master diverse experimental methodologies within power engineering. - He/she will be qualified to carry out measurements and analyses of results in the processes of energy
---	--

Predvideni študijski rezultati:

Intended learning outcomes:

<ul style="list-style-type: none"> - Študent osvoji v okviru predmeta znanja na visokem znanstvenem in strokovnem nivoju. - Na predmetnem področju bo usposobljen za izvirno znanstveno raziskovalno delo. - Njegove kompetence bodo vsebovale: poznavanje literature iz področja, poznavanje odprtih relevantnih problemov, sposobnosti planiranja in izvajanja raziskovalnega dela do končnega cilja raziskav. - Osvoji različne eksperimentalne metodologije na področju energetskega strojništva. - Usposobljen je za izvajanja meritev in analiz rezultatov na procesih pretvorbe energij na hidro in termoenergetskih sistemih. - Osvoji različne eksperimentalne metode na mikro in makro nivoju in je usposobljen za izvajanja analiz na kompleksnih - več parametričnih sistemih. 	<ul style="list-style-type: none"> - The student acquires knowledges on a high scientific and technical level during the course. - The student will be qualified for genuine scientific research activities within the mentioned scientific field. - His/her competences will include: knowledge of the relevant literature, knowledge of relevant and current problems, ability to plan and perform scientific work up to the end goal of its research activities. - The student will also master diverse experimental methodologies within power engineering. - He/she will be qualified to carry out measurements and analyses of results in the processes of energy
--	--

- Usposobljen je za oblikovanja fenomenoloških modelov na osnovi eksperimentalnih rezultatov.	
---	--

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
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.	Lectures, laboratory practice & 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.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način(ustni izpit, seminarsko delo, projekt) - naloge (30%) -projektni seminar (50%) -ustno izpraševanje (20%)		Method (oral examination, seminar work, project): • assignments (30%) • project seminar (50%) • oral examination (20%)

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:

Reference nosilca/Lecturer's references:

prof. dr. Marko HOČEVAR

PETROVIĆ, Igor, SEČNIK, Matej, HOČEVAR, Marko, BERK, Peter. Vine canopy reconstruction and assessment with terrestrial lidar and aerial imaging. Remote sensing. 2022, vol. 14, iss. 12, str. 1-23, ilustr. ISSN 2072-4292. <https://www.mdpi.com/2072-4292/14/22/5894>, DOI: 10.3390/rs14225894. [COBISS.SI-ID 132638723], [JCR, SNIP, WoS, Scopus do 3. 6. 2023: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0,25] financer: ARRS, Research Programme Energy Engineering P2-0401 in Mechanics in Engineering P2-0263, EIP št. 33117-3002/2018

BERK, Peter, STAJNKO, Denis, BELŠAK, Aleš, HOČEVAR, Marko. Digital evaluation of leaf area of an individual tree canopy in the apple orchard using the LIDAR measurement system. Computers and electronics in agriculture. [Print ed.]. February 2020, vol. 169, no. 105158, str. 1-12, ilustr. ISSN 0168-1699. DOI: 10.1016/j.compag.2019.105158. [COBISS.SI-ID 4647212], [JCR, SNIP, WoS do 26. 5. 2023: št. citatov (TC): 23, čistih citatov (CI): 23, čistih citatov na avtorja (CIAu): 5,75, Scopus do 17. 5. 2023: št. citatov (TC): 26, čistih citatov (CI): 26, čistih citatov na avtorja (CIAu): 6,50]

LEŠNIK, Luka, KEGL, Breda, BOMBEEK, Gorazd, HOČEVAR, Marko, BILUŠ, Ignacijo. The influence of in-nozzle cavitation on flow characteristics and spray

break-up. Fuel. [Print ed.]. 15 June 2018, vol. 222, str. 550-560. ISSN 0016-2361. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236118303272>, DOI: 10.1016/j.fuel.2018.02.144. [COBISS.SI-ID 21277462], [JCR, SNIP, WoS do 7. 6. 2023: št. citatov (TC): 20, čistih citatov (CI): 18, čistih citatov na avtorja (CIAu): 3,60, Scopus do 27. 2. 2023: št. citatov (TC): 36, čistih citatov (CI): 34, čistih citatov na avtorja (CIAu): 6,80]

OBERTI, Roberto, MARCHI, Massimo, TIRELLI, Paolo, CALCANTE, Aldo, IRITI, Marcello, TONA, Emanuele, HOČEVAR, Marko, BAUR, Joerg, PFAFF, Julian, SCHÜTZ, Christoph, ULBRICH, Heinz. Selective spraying of grapevines for disease control using a modular agricultural robot. Biosystems engineering. [Print ed.]. Jun. 2016, vol. 146, str. 203-215, ilustr. ISSN 1537-5110.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511015001865>, DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2015.12.004. [COBISS.SI-ID 14613275], [JCR, SNIP, WoS do 17. 5. 2023: št. citatov (TC): 81, čistih citatov (CI): 81, čistih citatov na avtorja (CIAu): 7,78, Scopus do 29. 5. 2023: št. citatov (TC): 104, čistih citatov (CI): 104, čistih citatov na avtorja (CIAu): 9,99]

prof. dr. Matevž DULAR

MUR, Jaka, AGREŽ, Vid, ZEVNIK, Jure, PETKOVŠEK, Rok, DULAR, Matevž. Microbubble collapse near a fiber : broken symmetry conditions and a planar jet formation. *Physics of fluids*. Feb. 2023, vol. 35, iss. 2, str. 1-15, ilustr. ISSN 1070-6631. <https://aip.scitation.org/doi/10.1063/5.0136353>, DOI: [10.1063/5.0136353](https://doi.org/10.1063/5.0136353). [COBISS.SI-ID [141080067](https://www.cobiss.si/id/141080067)], [JCR, SNIP, WoS, Scopus]

KOZMUS, Gregor, ZEVNIK, Jure, HOČEVAR, Marko, DULAR, Matevž, PETKOVŠEK, Martin. Characterization of cavitation under ultrasonic horn tip : proposition of an acoustic cavitation parameter. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2022, vol. 89, str. 1-10, ilustr. ISSN 1350-4177.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417722002553>, DOI: [10.1016/j.ultsonch.2022.106159](https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106159). [COBISS.SI-ID [121319171](https://www.cobiss.si/id/121319171)], [JCR, SNIP, WoS, Scopus do 23. 2. 2023: št. citatov (TC): 2, čistih citatov (CI): 2, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0,40]

PODBEVŠEK, Darjan, LEDOUX, Gilles, DULAR, Matevž. Investigation of hydrodynamic cavitation induced reactive oxygen species production in microchannels via chemiluminescent luminol oxidation reactions. *Water research*. Jul. 2022, vol. 220, str. 1-11, ilustr. ISSN 0043-1354.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135422005814>, DOI: [10.1016/j.watres.2022.118628](https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118628). [COBISS.SI-ID [109552899](https://www.cobiss.si/id/109552899)], [JCR, SNIP, WoS do 18. 11. 2022: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0,33, Scopus do 12. 11. 2022: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0,33]

ZUPANC, Mojca, PETKOVŠEK, Martin, ZEVNIK, Jure, KOZMUS, Gregor, ŠMID, Alenka, DULAR, Matevž. Anomalies detected during hydrodynamic cavitation when using salicylic acid dosimetry to measure radical production. *Chemical engineering journal*. 2020, vol. 396, str. 1-11, ilustr. ISSN 1385-8947.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894720313814#!>, DOI: [10.1016/j.cej.2020.125389](https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.125389). [COBISS.SI-ID [15039491](https://www.cobiss.si/id/15039491)], [JCR, SNIP, WoS do 3. 4. 2023: št. citatov (TC): 13, čistih citatov (CI): 9, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1,50,

[Scopus](#) do 10. 1. 2023: št. citatov (TC): 14, čistih citatov (CI): 9, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1,50]