UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	MODELIRANJE MOTORJEV Z NOTRANJIM ZGOREVANJEM
Course title:	NUMERICAL SIMULATIONS OF PROCESSES IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**
Strojništvo, tretja stopnja, doktorski	Energetske, procesne in okoljske inženirske znanosti (smer)		Celoletni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	7204

Predavanja	**Seminar**	**Vaje**	**Klinične vaje**	**Druge oblike študija**	**Samostojno delo**	**ECTS**
90					160	10

Nosilec predmeta/Lecturer:	Tomaž Katrašnik

Izvajalci predavanj:	Tomaž Katrašnik
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:	Slovenščina, Angleščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina, Angleščina

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):**
- Razvrstitev modelov za simulacijo procesov v motorjih z notranjim zgorevanjem (MNZ) - Vodilne enačbe modelov - Izbira ustrezne simulacijske domene - Izbira ustreznih simulacijskih modelov - Metode reševanja vodilnih enačb - Natančnost in časovna zahtevnost simulacijskih modelov - Modeli lastnosti delovnega medija - Modeli prestopa toplote v MNZ - Modeli kinetike kemijskih reakcij v MNZ - Modeli krmiljenja in termoregulacije MNZ - Sklopitev modela MNZ z modelom vozila in simulacija preizkusnih ciklov - Sklopitev modela MNZ z modelom hibridnega pogonskega sklopa - Modeliranje učinkovitosti energijskih pretvorb in	- Clasification of the models for simulating internal combustion engines (ICEs) - Governing equations - Determination of adequate computational domain - Selection of adequate simulation models - Numerical methods to solve systems of governig equations - Accuracy and computational speed of simulation models - Gas property models - Heat transfer models in ICEs - Chemical kinetics models applied to ICEs - Control strategies and thermal management of ICEs - Coupling of ICE and vehicle model to simulate real-world drive cycles - Coupling of the ICE and hybrid powertrain model - Modeling of energy conversion efficiency and exhaust emissions of ICEs

emisij škodljivih snovi v MNZ	

Temeljna literatura in viri/Readings:

[1] J.B.Heywood: Internal combustion engine fundamentals, McGraw-Hill, N.York,1988, izbrana poglavja
[2] C.F.Taylor: The Internal combustion engine in theory and praxis, Vol.1 – thermodynamics, fluid flow, performance, The MIT Pres, Massachusetts, 1986, izbrana poglavja
[3] D.E. Winterbone and R.J. Pearson: Theory of Engine Manifold Design. Professional Engineering Publishing Limited, UK, 2000, izbrana poglavja
[4] R.S. Benson: The Thermodynamics and gas dynamics of Internal Combustion Engines,Volume I, Clarendon Press, Oxford, 1982, Izbrana poglavja [1] M.B. Allen, I. Herrera, G.F. Pinder: Numerical Modeling in Science and Engineering, John Wiley & Sons, 1988. - Izbrana poglavja

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilji: - Integracija in nadgradnja specifičnih znanj s področja energetskega strojništva, termodinamike, mehanike tekočin, fizike, kemije in numeričnih metod s ciljem boljšega in komplementarnejšega razumevanja procesov v MNZ ter sposobnostjo uporabe in razvoja simulacijskih orodij za modeliranje energetskih procesov v MNZ. - Sposobnost samostojnega razvojno-raziskovalno dela na področju modeliranja procesov v MNZ - Sistematično pridobljene teoretične osnove in ustrezni primeri njihove uporabe tvorijo dolgotrajno in trdno izhodišče za osvajanje novih znanj iz obravnavanega področja in posledično zagotavljajo visoko konkurenčnost kandidata na trgu delovne sile. **Kompetence:** Pridobljena znanja v študijskem procesu bodo zagotavljala, da bo študent sposoben samostojno: - zasnovati in nadzorovati razvojno-raziskovalne naloge na področju modeliranja procesov v MNZ. - kritično in kompetentno izbrati simulacijska orodja za popis energetskih procesov v MNZ z ozirom na namen uporabe, - uporabljati in razvijati simulacijska orodja za modeliranje procesov v MNZ. - oceniti stanje tehnike, spremljati trende in osvajati nova znanja na področju modeliranje procesov v MNZ. - analizirati in ovrednotiti strategije za povečanje delovne sposobnosti in učinkovitosti energijskih pretvorb ter znižanje emisij škodljivih snovi v konvencionalnih in alternativnih pogonskih sklopih. - kreativno raziskovati na podočju povečanja okoljske sprejemljivosti pogonskih sklopov.	**Goals:** - Integration and upgrading of the interdisciplinary knowledge from the fields of, i.e.: power engineering, thermodynamics, fluid mechanics, physics, chemistry and numerical methods, with the aim of gaining profound comprehension of the processes in ICEs and capability to use and develop state-of-the-art ICE simulation models. - Providing solid base for independent research and development activities when modeling of the ICE processes is concerned. - Systematical acquisition of theoretical knowledge and approval on practical examples create a long-term basis for competent and permanent growth of new knowledge in the field and thus ensure highly competitive position of the candidate on the free labor market. **Competences:** Knowledge acquired during the course will enable the candidate to independently: - plan and lead research and development tasks in the field of ICE modeling, - critically and independently select ICE simulation models with respect to the intended application, - use and develop state-of-the-art ICE simulation models, - review state-of-the art and trends, as well as acquire new knowledge in the field, - analyse and evaluate strategies for increasing power density, energy conversion efficiency and to reduce exhaust emissions of conventional and alternative powertrains, - conduct creative research on enhancing enviromental sustainability of powertrains.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Pridobljena znanja v študijskem procesu bodo zagotavljala, da bo študent sposoben samostojno: - zasnovati in nadzorovati razvojno-raziskovalne naloge na področju modeliranja procesov v MNZ. - kritično in kompetentno izbrati simulacijska orodja za popis energetskih procesov v MNZ z ozirom na namen uporabe, - uporabljati in razvijati simulacijska orodja za modeliranje procesov v MNZ.	Knowledge acquired during the course will enable the candidate to independently: - plan and lead research and development tasks in the field of ICE modeling, - critically and independently select ICE simulation models with respect to the intended application, - use and develop state-of-the-art ICE simulation models, - review state-of-the art and trends, as well as acquire

- oceniti stanje tehnike, spremljati trende in osvajati nova znanja na področju modeliranje procesov v MNZ. - analizirati in ovrednotiti strategije za povečanje delovne sposobnosti in učinkovitosti energijskih pretvorb ter znižanje emisij škodljivih snovi v konvencionalnih in alternativnih pogonskih sklopih. - kreativno raziskovati na podočju povečanja okoljske sprejemljivosti pogonskih sklopov.	new knowledge in the field, - analyse and evaluate strategies for increasing power density, energy conversion efficiency and to reduce exhaust emissions of conventional and alternative powertrains, - conduct creative research on enhancing enviromental sustainability of powertrains.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje, seminarsko delo, e-izobraževanje, konzultacije. Seminarsko delo v čim večji meri navezujoče 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 (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt): • projektni seminar, izvedba, poročilo (50%) • rezultati in aplikacija na obravnavani sistem, poročilo (30%) • ustno izpraševanje (20%) Pogoj za opravljanje ustnega izpita je uspešno izdelano in pozitivno ocenjeno seminarsko delo.		Method (written exam, oral examination, assignments, project): • project seminar, execution, report (50%) • results and application in scope of the discussed system, report (30%) • oral examination (20%) The condition for admission to oral exam is successful completion of seminar work, rewarded with a passing grade.

Reference nosilca/Lecturer's references:

prof. dr. Tomaž KATRAŠNIK

BANJAC, Titina, WURZENBERGER, Johann C., KATRAŠNIK, Tomaž. Assessment of engine thermal management through advanced system engineering modeling. Advances in engineering software, ISSN 0965-9978. [Print ed.], May 2014, vol. 71, str. 19-33, ilustr., doi: 10.1016/j.advengsoft.2014.01.016.

KATRAŠNIK, Tomaž. Transient momentum balance - a method for improving the performance of mean - value engine plant models. Energies, ISSN 1996-1073, Jun. 2013, vol. 6, iss. 6, str. 2892-2926, ilustr., doi: 10.3390/en6062892.

KATRAŠNIK, Tomaž, WURZENBERGER, Johann C. Optimization of hybrid power trains by mechanistic system simulations. Oil & Gas Science and Technology – Rev. IFP Energies nouvelles, ISSN 1953-8189, 2013, vol. 68, no. 1, str. 35-50, ilustr., doi: 10.2516/ogst/2012100.

KATRAŠNIK, Tomaž. Energy conversion phenomena in plug-in hybrid-electric vehicles. Energy conversion and management, ISSN 0196-8904. [Print ed.], Jul. 2011, vol. 52, iss. 7, str. 2637-2650, doi: 10.1016/j.enconman.2011.01.025.

TAVČAR, Gregor, BIZJAN, Frančišek, KATRAŠNIK, Tomaž. Methods for improving transient response of diesel engines - influences of different electrically assisted turbocharging topologies. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part D, Journal of automobile engineering, ISSN 0954-4070, Sep. 2011, vol. 225, iss. 9, str. 1167-1-1167-16.