UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS	
Predmet:	KEMIJSKO MIKROPROCESNO INŽENIRSTVO
Course Title:	CHEMICAL MICROPROCESS ENGINEERING

Študijski program in stopnja Study Programme and Level	Študijska smer Study Field	Letnik Academic Year	Semester Semester
MAG Kemijsko inženirstvo, 2. stopnja	**/**	**2.**	**3.**
USP Chemical Engineering, 2nd Cycle	**/**	**2nd**	**3rd**

Vrsta predmeta / Course Type: obvezni / Mandatory

Univerzitetna koda predmeta / University Course Code: IN221

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Vaje Tutorial	Klinične vaje Work	Druge oblike študija	Samost. delo Individual Work	ECTS
45	**30**	**/**	**/**	**/**	**75**	**5**

Nosilec predmeta / Lecturer: prof. dr. Igor Plazl / Dr. Igor Plazl, Full Professor

Jeziki / Languages:

Predavanja / Lectures:	**slovenski / Slovenian**
Vaje / Tutorial:	**slovenski / Slovenian**

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

Študent oz. kandidat mora imeti predmet opredeljen kot študijsko obveznost.

Prerequisites:

The course has to be assigned to the student.

Vsebina:

- Splošni pojmi in definicije mikroreaktorske tehnologije (MRT), zgodovinski pregled razvoja MRT, MRT – nov koncept kemijskega inženirstva, definicija mikroreaktorja, prednosti in slabosti (bio)kemijskih procesov na mikro nivoju, področja uporabe mikronaprav, sodobne tehnike izdelave mikrosistemov;
- mikrofluidna dinamika: paralelni tok mešljivih in nemešljivih tekočin v mikrokanalu, napoved 3D hitrostnega profila eno in dvofaznega sistema;
- reakcijsko difuzijska dinamika v mikroreaktorju: razvoj 2D in 3D matematičnih modelov, ki vključujejo tok tekočin in

Content (Syllabus outline):

- General concepts and definitions of micro reactor technology (MRT), historical overview of MRT, MRT – a new concept in chemical engineering, definitions of micro reactor, advantages/disadvantages of (bio)chemical processes at a micro level, applications of micro equipment, modern techniques for manufacturing micro systems;
- microfluid dynamics: parallel flow of miscible and immiscible liquids in a micro channel, predictions of 3D velocity profile in single and two-phase system;
- reaction diffusion dynamics in micro reactors: development of 2D and 3D mathematical models which include the flow of liquids and reaction-diffusion elements;

UL FKKT

reakcijsko-difuzijske člene; - napredna numerična orodja: implicitno reševanje kompleksnih nelinearnih sistemov, numerična analiza, ekvidistantne in neekvidistantne končne razlike, metoda končnih razlik na nepravilnih geometrijskih oblikah, uporaba računalniško matematičnih orodij (Mathematica, Mathlab, Comsol, CFD); - izbrani primeri: kontinuirna ekstrakcija s sočasno separacijo faz, encimsko katalizirana sinteza v mikroreaktorju, ionska tekočina in mikroreaktor; - nano in mikro mebranske tehnologije: transport skozi membrane in membranske operacije.	- advanced numeric tools: implicit solving of complex non-linear systems, numerical analysis, equidistant and nonequidistant finite differences, finite difference method on irregular geometrical shapes, use of computer mathematical tools (*Mathematica, Mathlab, Comsol, CFD*); - selected examples: continuous extraction with simultaneous phase separation, enzyme catalysed synthesis in a micro reactor, ionic liquid and microreactor; - nano and micro membrane technologies: transport through membranes and membrane operations.

Temeljna literatura in viri / Readings:

- O. Geschke, H. Klank, P. Tellemann, *Microsystem Engineering of Lab-on-a-Chip Devices*, Wiley-VCH, Weinham, 2004, 258 pp. (60%).
- V. Hessel, S. Hardt, H. Löwe, *Chemical Micro Process Engineering; Fundamentals, Modelling and Reactions*, Wiley-VCH, Weinham, 2004, 674 pp. (20%).

Dodatna literature/Additional literature:

- W. Ehrfeld, V. Hessel, H. Löwe, *Microreactors, New Technology for Modern Chemistry*, Wiley-VCH, Weinham, 2000, 282 pp.
- W. Menz, J. Mohr, O. Paul, *Microsystem Technology*, 2. Ed, Wiley-VCH, Weinham, 2001, 512 pp.
- V. Hessel, H. Löwe, A. Müller, G. Kolb, *Chemical Micro Process Engineering, Processing and Plants,* Wiley-VCH, Weinham, 2005, 657 pp.
- C.J.M. van Rijn, *Nano and Micro Engineered Membrane Technology*, 1. Ed, Elsevier B.V., Amsterdam, 2004, 398 pp.

Cilji in kompetence:	**Objectives and Competences:**
Cilj predmeta je, da študentje osvojijo osnove mikroprocesne tehnologije, ki predstavlja nov koncept v kemijsko inženirski znanosti, in nadgradijo svoja znanja iz področja fluidne dinamike, prenosa toplote in snovi, reakcijske kinetike in numeričnih orodij. Študentje si pri predmetu pridobijo naslednje specifične kompetence: - poznavanje mikroreaktorske tehnologije; - poznavanje nano in mikro membranske tehnologije; - poznavanje mikrofluidne dinamike; - poznavanje reakcijsko difuzijske dinamike v	Acquiring fundamentals of microprocess technology which is a new concept in chemical engineering science, upgrading knowledge in fluid dynamics, heat and mass transfer, reaction kinetics and numerical tools. Subject-specific competences include knowledge and skills for dealing with: - microreactor technologies; - nano and micro membrane technologies; - microfluid dynamics; - reaction diffusion dynamics in microsystems; - setting up model equations for describing (bio)chemical processes in a microreactor;

UL FKKT

mikrosistemih; - sposobnost postavitve modelnih enačb za opis (bio)kemijskih procesov v mikroreaktorju; - poznavanje numeričnih metod za reševanje kompleksnih večdimenziskih nelinearnih sistemov na geometrijah nepravilnih oblik; - sposobnost numeričnih simulacij in analize realnih procesov v mikrosistemih; - sposobnost optimizacije procesov in načrtovanja mikronaprav; - sposobnost uvajanja mikroprocesnih tehnoloških rešitev realnih problemov.	- numerical methods for solving complex multidimensional non-linear systems in irregular shape geometries; - numerical simulations and analyses of real processes in microsystems; - Process optimisation and designing micro equipment; implementing microprocess technological solutions to real problems.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended Learning Outcomes:**
Znanje in razumevanje Študentje pridobijo splošna znanja o mikroreaktorski tehnologiji in dodatna znanja iz mikrofluidne in reakcijsko difuzijske dinamike v mikroreaktorju. Poleg tega nadgradijo svoja znanja iz numeričnih orodij, ki so potrebna pri kemijsko inženirski analizi (bio)kemijskih procesov v mikronapravah. Študentje pridobijo tudi temeljna znanja iz nano in mikro membranskih tehnologij.	Knowledge and Comprehension Students will acquire a systematic approach to modeling of dynamic processes.
Uporaba Uporaba načel mikrofluidne dinamike in reakcijsko difuzijskih pojavov v mikrosistemih študentom omogoča matematično fizikalni opis problemov. Aplikacija zahtevnejših numeričnih metod v matematično programskih orodjih jim omogoča reševanje in analizo nastavljenih realnih problemov. Študentje tako pridobijo uporabna znanja za opis (bio)kemijskih procesov in načrtovanje mikronaprav pri razvoju novih produktov.	Application Possessing sufficient fundamental knowledge student can theoretically describe the convection-diffusion dynamics with reaction at the micro scale and design the microreactor.
Refleksija Študentje so sposobni samostojno sklepati, definirati problem, postavljati zaključke in probleme reševati.	Analysis Student is capable of using the knowledge of transport phenomena and kinetics at the micro scale to design the micro flow devices for process intensification.
Prenosljive spretnosti Študentje znajo identificirati in reševati probleme, sposobni so zbiranja in interpretacije podatkov, kritične analize in sinteze pridobljenih znanj.	Skill-transference Ability Identification and solving of problems. Experimental data collection, analysis and critical evaluation of results. The use of scientific literature, writing and presentation of reports.

UL FKKT

Metode poučevanja in učenja:	Learning and Teaching Methods:
Predavanja, seminarske naloge	Lectures, seminars.

Načini ocenjevanja:	Delež (v %) / Weight (in %)	Assessment:
Pisni in ustni izpit.		Written and oral exam.

Reference nosilca / Lecturer's references:

- UNGERBÖCK, B., POHAR, Andrej, MAYR, T., **PLAZL, Igor**. Online oxygen measurements inside a microreactor with modeling of transport phenomena. *Microfluid. nanofluid*. (Print), 2013, vol. 14, no. 3/4, str. 565-574.
- POHAR, Andrej, ŽNIDARŠIČ PLAZL, Polona, **PLAZL, Igor**. Integrated system of a microbioreactor and a miniaturized continuous separator for enzyme catalyzed reactions. *Chem. eng. j.* 1996. [Print ed.], 2012, vol. 189/190, no. 1, str. 376-382.
- POHAR, Andrej, **PLAZL, Igor**, ŽNIDARŠIČ PLAZL, Polona. Lipase-catalyzed synthesis of isoamyl acetate in an ionic liquid/n-heptane two-phase system at the microreactor scale. *Lab chip* (Print), 2009, vol. 9, no. 23, str. 3385-3390.

UL FKKT