TRAJNOSTNA ORGANSKA KEMIJA

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Trajnostna organska kemija
Course title:	Sustainable Organic Chemistry
Članica nosilka/UL Member:	UL FKKT

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Kemija, druga stopnja, magistrski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik, 2. letnik	zimski, poletni	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 0642774

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	15 LV			75	5

Nosilec predmeta/Lecturer: prof. dr. Jernej Iskra

Vrsta predmeta/Course type: izbirni/elective

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Angleščina
Vaje/Tutorial:	Angleščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
V predmet se lahko vključijo študenti magistrskega študijskega programa Kemija, ki so vključeni v projekt "Ustvarjanje digitalnega študijskega okolja za trajnostno kemijo" (DigiChem). Lahko se vključijo tudi drugi študenti na magistrskem študijskem programu Kemija in tuji študenti na mednarodni izmenjavi na UL. Pogoji za pristop k izpitu: prisotnost in udeležba na predavanjih (min. 75 %) ter seminarjih in v laboratoriju (100 %), pisna seminarska in laboratorijska poročila.	The course is available for students of the Master Study Program Chemistry who are part of the project "Creating a Digital Study Environment for Sustainable Chemistry" (DigiChem). It is available also to other students on the study programme Chemistry 2nd cycle and foreign international exchange students as well. Conditions for taking the exam: attendance and participation on lectures (75% min) and seminars and lab (100%), written seminars and laboratory reports.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovni koncepti zelene in trajnostne kemije ter njen razvoj. Pregled alternativnih virov aktivacije kemijske reakcije (mikrovalovi, ultrazvok, svetloba...), njihovo delovanje in uporaba v organski kemiji. Principi uporabe fotokemije in fotokatalize v sintezi organskih molekul.	Basic concepts of green and sustainable chemistry and the evolution of the field. Overview of alternative modes of activation of chemical reactions (microwaves, ultrasound, light...), their mode of action and use in organic chemistry. Principles of photochemistry and photocatalysis for the synthesis of organic molecules.

Uporaba mehanokemije za selektivne pretvorbe organskih molekul. Principi delovanja elektrokemije in njena uporaba v organski sintezi. Osnove pretočnih sistemov in njihov dizajn za aplikacijo v sintezi. Homogeni in heterogeni katalizatorji za razvoj zelenih/trajnostnih kemijskih procesov. Vrednotenje uporabe organskih topil in pregled razvoja alternativnih topil (nova topila iz biomase, ionske tekočine, evtektična topila, voda...). Biomasa kot vir industrijskih kemikalij in analiza trajnostnega vidika uporabe biomase v industriji. Biorafinerije in njihov koncept za valorizacijo biomase v uporabne kemikalije in materiale. Osnovne platforme kemikalij iz biomase. Primeri zelene kemije v farmacevtski industriji. Metrika zelene kemije za valorizacijo kemijskih reakcij in procesov. Kvantitativno in kvalitativno ovrednotenje okoljskega potenciala kemijskih procesov. Aplikacija znanja o zeleni kemiji za trajnostni dizajn procesov.	Application of mechanochemistry for selective transformation of organic molecules. Principles of electrochemistry and their application in organic synthesis. Design of flow systems for their application in synthesis. Homogeneous and heterogeneous catalysts for the development of green/sustainable chemical processes. Valorization of the use of organic solvents and an overview of the development of alternative solvents (new solvents from biomass resources, ionic liquids, deep eutectic salts, water...). Biomass as a source of industrial chemicals and an analysis of the sustainable use of biomass for industry. Biorefinery concept for valorization of biomass to useful chemicals and materials. Basic platform of chemicals from biomass. Examples of green chemistry in the pharmaceutical industry. Green chemistry metrics for valorization of chemical reactions and processes. Quantitative and qualitative evaluation of the environmental potential of chemical processes. Application of green chemistry principles to the design of sustainable chemical processes.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- Gradivo za predmet, ki ga pripravi učitelj in je na voljo v spletni učilnici/Course materials prepared by the course teacher, available through the course website.
- *Green Chemistry: An Introductory Text*, 3rd Edition M. Lancaster, RSC Publishing, 2016.
- *Green Chemistry: Fundamentals and Applications*, S. C. Ameta, R. Ameta (Eds.), CRC Press, 2014.
- *Introduction to Chemicals from Biomass*, J. Clark, F. Deswarte (Eds.), Wiley, 2008.
- *Green Chemistry Metrics: A Guide to Determining and Evaluating Process Greenness*, A. P. Dicks, A. Hent, Springer, 2015.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Seznaniti študente s trajnostnimi vidiki organske kemije in razviti razumevanje povezanih izzivov in priložnosti. Študent bo pridobil specifično teoretično znanje in praktične spretnosti, povezane s trajnostnimi načini izvajanja kemijskih reakcij, s poudarkom na alterantivnih topilih, alternativnih načinih aktivacije in izvedbe (mikrovalovi, ultrazvok, fotokemija, elektrokemija, mehanokemija). Študent bo spoznal orodja za kvantitativno in kvalitativno vrednotenje trajnostnega potenciala kemijskih procesov.	To introduce students to sustainable organic chemistry, and to develop understanding of related challenges and opportunities. To adopt specific theoretical knowledge and practical skills related to the sustainable chemical transformations with an emphasis on alternative solvents, alternative modes of activation and use (microwaves, ultrasound, photochemistry, electrochemistry, mechanochemistry). To adopt tools for quantitative and qualitative evaluation of sustainable potential of chemical processes.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje - Povezati vire in razpoložljive tehnologije za dizajn trajnostnih kemijskih procesov.	*Knowledge and Comprehension* - Correlate sources and available technologies for designing sustainable chemical processes.

- Razumevanje alternativnih načinov izvedbe kemijskih pretvorb. - Povezati kvantitativna in kvalitativna merila za ovrednotenje trajnostnega potenciala kemijskega procesa. - Opredeliti glavne vire iz biomase in njihovo valorizacijo za uporabne kemikalije in materiale. *Uporaba* - Ugotavljanje in ocenjevanje okoljskih parametrov kemijskega procesa. - Dizajn trajnostnega kemijskega procesa. - Trajnostna izraba biomase za uporabne kemikalije in materiale. *Refleksija* - Razpravljanje o značilnostih različnih metod trajnostne izvedbe kemijske transformacije. - Analiza vpliva posameznih reakcijskih komponent in izolacijskih postopkov na trajnostne parametre kemijskega procesa. *Prenosljive spretnosti* - Razvoj kritične presoje in ocene postopkov ali procesov z vidika trajnostnih standardov. - Uporaba naprednih laboratorijskih postopkov za sintezo novih produktov in ustvarjanje trajnostnih procesov. - Uporabljati različne sintezne tehnike in postopke pri ustvarjalnem reševanju sinteznih izzivov in predlagati trajnostne rešitve. - Presoja vpliva industrijskega izkoriščanja biomase in razvoj trajnostnih procesov uporabe biomase. - Samostojno organizirati in načrtovati časovni razpored, uporabljati splošno metodologijo za načrtovanje in vodenje projektov v poslovnem okolju. - Izdelati kritično analizo, oceno in interpretacijo osebnih rezultatov ter jih primerjati z obstoječimi podatki v znanstveni in strokovni literaturi. - Jasno in skladno predstaviti rezultate samostojnega in skupinskega dela v pisni in ustni obliki nestrokovnjakom in strokovnjakom. - Komunicirati z znanstveno in strokovno skupnostjo ter družbo na splošno v lokalnem in mednarodnem okolju.	- Comprehension of alternative modes of performing chemical transformations. - Correlate quantitative and qualitative measures to evaluate the sustainable potential of chemical processes. - Define major sources of biomass and their valorization for useful chemicals and materials. *Application* - Identify and evaluate the environmental parameters of a chemical process. - Design a sustainable chemical process. - Sustainable utilisation of biomass for useful chemicals and materials. *Analysis* - Discuss the characteristics of different types of sustainable chemical transformation. - Analyse the influence of reaction components and isolation procedures on the sustainable parameters of a chemical process. *Skill-Transference Ability* - Develop critical judgement and evaluate processes in terms of sustainable standards. - Apply advanced laboratory techniques to synthesise new products and develop sustainable processes. - Apply various synthesis techniques and processes in creative problem solving of synthetic challenges to propose sustainable technological solutions. - Evaluate industrial uses of biomass and develop processes for their sustainable use. - Independently organise and plan schedules, applying a general methodology for project planning and management in a business environment. - Prepare a critical analysis, evaluation and interpretation of own results and compare them with existing data in scientific and professional literature. - Present the results of independent and team work clearly and coherently in written and oral form to lay and expert audiences. - Communicate with the scientific and professional community and society in local and international settings.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, seminarji in delavnice, vaje, delno e-učenje, samostojne naloge, multimedija in internet, laboratorij. Izvajanje na daljavo: 40 ur (predavanja in seminar). Izvajanje na UL: 35 ur (vaje, seminar in predavanja). Za študente, ki se ne bodo mogli udeležiti predmeta v živo, bodo vse aktivnosti dostopne on-line.	Lectures, seminars and workshops, exercises, partial e-learning, independent assignments, multimedia and the internet, laboratory. On-line: 40 hours (lectures, seminar). In person: 35 hours (practical work, seminar, lectures). On-line material will be available to students that will not be able to attend the course in person.

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

Ustni izpit.	70,00 %	Oral examination.
Seminar, uspešno opravljene laboratorijske vaje.	30,00 %	Seminar, successful completion of laboratory exercises.

Reference nosilca/Lecturer's references:

- M. Horvat, **J. Iskra**: Oxidative cleavage of C–C double bond in cinnamic acids with hydrogen peroxide catalysed by vanadium(V) oxide. *Green Chemistry*. **2022**, *24,* 2073-2081.
- R. Narobe, S. Dussel, **J. Iskra**, B. Konig: *Photocatalytic oxidative iodination of electron-rich arenes*. *Adv. Synth. Catal.* **2019**, *361*, 3998.
- Š. Možina, **J. Iskra**. *Aerobic oxidation of secondary alcohols with nitric acid and iron(III) chloride as catalysts in fluorinated alcohol*. *J. Org. Chem*. **2019**, *84*, 14579.