

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS								
Ime predmeta:		Nanodelci v biomedicini						
Course title:		Nanoparticles in Biomedicine						
Študijski program in stopnja Study programme and cycle		Študijska smer Study option		Letnik Year of study		Semester Semester		
Biomedicinska tehnologija/3. stopnja				2		3 ali 4		
Biomedical Technology/3rd Degree								
Vrsta predmeta (obvezni ali izbirni) / Course type (compulsory or elective)				Izbirni				
				Elective				
Univerzitetna koda predmeta / University course code:								
Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Vaje Tutorial			Klinične vaje Clinical training	Druge oblike študija Other forms of study	Samost. delo Individual work	ECTS
15	20	10					135	6
		AV	LV	RV				
Nosilec predmeta / Course coordinator:				Prof. dr. Darko Makovec				
Jeziki / Languages:		Predavanja / Lectures:		Slovenščina/Slovene				
		Vaje / Tutorial:		Slovenščina/Slovene				
Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:				Prerequisites for enrolling in the course or for performing study obligations:				
Vsebina (kratek pregled učnega načrta):				Content (syllabus outline):				
<p>Nanostrukturirani materiali, ki vsebujejo nanodelce. Pomen nanodimenzije v bio okolju in prednosti nanomaterialov pred klasičnimi materiali v biomedicini. Splošna predstavitev posebnosti uporabe nanodelcev v medicini. Predstavitev osnovnih lastnosti (kemijskih, optičnih, magnetnih, toksikoloških, itd) nanodelcev za uporabo v različnih postopkih diagnostike in zdravljenja. Predstavitev problematike uporabe nanodelcev v medicini na primeru magnetnih nanodelcev. Uporaba magnetnih nanodelcev za ciljno dostavo zdravilnih učinkovin, zdravljenje raka z magnetno hipertermijo ali magneto-mehansko terapijo, magnetni nanodelci kot kontrastno sredstvo pri slikanju z magnetno resonanco (MRI), detekcija in separacija biomolekul, itd. Magnetni nanodelci lahko zaradi svoje majhnosti potujejo po tkivu, hkrati pa so</p>				<p>Nanostructured materials based on nanoparticles. Relevance of nano-dimension in bio environment and advantages of nanomaterials when compared to "classical" materials. General introduction to nanoparticles application in medicine. Introduction of basic properties, e.g., chemical, magnetic, optical, toxicological, of nanoparticles for diagnostics and therapy. Introduction to problematics of biomedical applications of nanoparticles using magnetic nanoparticles as the typical example. Applications of the magnetic nanoparticles in targeted drug delivery, cancer treatment with magnetic hyperthermia or magneto-mechanical therapy, magnetic nanoparticles as contrast media in magnetic resonance imaging (MRI), detection and separation of biomolecules, etc. Due to their nano-dimension the nanoparticles can move across tissue. The</p>				

<p>zaradi interakcije z magnetnim poljem sledljivi in vodljivi z uporabo magnetnega polja. Z magnetnim poljem jih lahko skoncentriramo v določenem delu telesa in na ta način dosežemo relativno visoke koncentracije učinkovin na določenih patoloških mestih. Zaradi interakcije z izmeničnim magnetnim poljem lahko magnetni nanodelci lokalno segrevajo okolico (hipertermija) ali pa pretvorijo elektromagnetno energijo v mehansko (magneto-mehanska terapija). Magnetni nanodelci vplivajo na okolico vodikovih protonov in izboljšajo kontrast pri NMR preiskavah. Nanodelci so pomembni tudi pri diagnostiki zunaj telesa (in vitro). Z modifikacijo površine magnetnih delcev se doseže selektivnost adsorpcije različnih bioaktivnih molekul, ki omogoča njihovo separacijo ter detekcijo. Za detekcijo antiteles, hormonov in podobnih substanc se lahko izrablja sprememba v magnetni relaksaciji delcev ob selektivni absorpciji analiziranih substanc (magnetorelksometrija).</p>	<p>magnetic particles interact with an external magnetic field and can be followed and guided by the field. They can be magnetically concentrated in a targeted tissue. Thus, relatively high concentrations of drugs can be delivered to the pathological sites. Due to interaction with alternating magnetic field the magnetic nanoparticles can locally heat the environment (hyperthermia) or transform electromagnetic energy to mechanical energy (magneto-mechanical therapy). Moreover, the magnetic nanoparticles influence an environment of hydrogen atoms and thus improve the contrast during MRI. The nanoparticles are important also for in-vitro diagnostics. With modification of the nanoparticles' surfaces, selective absorption of various bioactive molecules is enabled for their magnetic separation and detection. For the detection of antibodies, hormones and similar substances magnetic relaxation of the nanoparticles (magnetorelaxometry) can be followed.</p>
<p>Temeljni literatura in viri / Reading materials:</p>	
<p>N. T. K Thanh (Ed.) »Clinical Applications of Magnetic Nanoparticles: From Fabrication to Clinical Applications« CRC Press, 2018. R. B. Gupta, U. B. Kompella »NANOPARTICLE technology for drug delivery«, CRC Press, 2006. E. Merbach, E. Tóth, »The Chemistry of Contrast Agents in Medical Magnetic Resonance Imaging«, Wiley, UK, Chichester, 2001.</p>	
<p>Cilji in kompetence:</p>	<p>Objectives and competences:</p>
<p>Uporaba nanostrukturanih materialov v biomedicini. Poudarek je na materialih, katerih lastnosti temeljijo na specifičnih lastnostih nanodelcev, ki jih vsebujejo. Materiali, ki vsebujejo nanodelce so pomemben del nanotehnologije, ki je trenutno v svetu najpomembnejša raziskovalna tematika in zajema študij, kontrolo in ravnanje z materiali z dimenzijo delcev pod 100 nm. Veliko zanimanje za področje nanotehnologije in nanoznanosti je povezano z možnostjo njene uporabe na različnih področjih, med drugim tudi v biomedicini. Zlasti magnetni nanodelci imajo izjemne možnosti za uporabo v biomedicini. Nanotehnologija omogoča raziskovalcem, da prilagodijo lastnosti materiala za delovanje na celičnem in molekularnem nivoju in prispevajo k napredku na področju biomedicinskih znanosti. Specifične lastnosti nanodelcev za uporabo v biomedicini.</p>	<p>Objectives: how nanomaterials can be used in biomedicine. The emphasis will be on materials with properties that depend on their nanostructure. Materials that are composed of nanoparticles are of importance in nanotechnology, which is currently one of the most significant research areas, and includes the study, control and application of materials consisting of nanoparticles with dimensions below 100 nm. The great interest in nanotechnology is associated with its potential for use in various techniques, and in particular in biomedicine, where magnetic nanoparticles are of key importance. Nanotechnology makes it possible to use materials on the cellular level, which can contribute to progress in the field of life sciences. Specific properties of nanoparticles used in biomedicine</p>
<p>Predvideni študijski rezultati:</p>	<p>Intended learning outcomes:</p>
<p>Znanje in razumevanje: Znanje o uporabnosti nanodelcev v medicini.</p>	<p>Knowledge and understanding: Knowledge of the applicability of nanoparticles in medicine.</p>

Prenosljive/ključne spretnosti in drugi atributi: Nanotehnologija omogoča prispevek k napredku na področju biomedicinskih znanosti.		Transferable/key competences and other abilities: Nanotechnology enables to contribution to progress on field biomedical sciences.
Metode poučevanja in učenja: Predavanja/konzultacije Seminarsko ali projektno vodenje učenja Vaje Samostojno delo		Learning and teaching methods: Lectures/consultations Seminar or project assisted teaching Tutorial Individual work
Načini ocenjevanja:	Delež (v %) / Share (in %)	Assessment methods:
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt)		Method (written or oral exam, coursework, project):
Ocenjevanje seminarske naloge	50 %	Assessment of the coursework
Ustni izpit	50 %	Oral examination
Reference nosilca / Course coordinator's references:		
<p>"PRIMC, Darinka, MAKOVEC, Darko. Composite nanoplatelets combining soft-magnetic iron oxide with hard-magnetic barium hexaferrite. <i>Nanoscale</i>, ISSN 2040-3364, 2015, vol. 7, no. 6, str. 2688-2697, doi: 10.1039/C4NR05854B. [COBISS.SI-ID 28332071], [JCR, SNIP, WoS do 13. 10. 2019: št. citatov (TC): 19, čistih citatov (CI): 16, čistih citatov na avtorja (CIAu): 8.00, Scopus do 28. 9. 2019: št. citatov (TC): 19, čistih citatov (CI): 16, čistih citatov na avtorja (CIAu): 8.00] kategorija: 1A1 (Z, A", A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICN točke: 96.33, št. avtorjev: 2"</p> <p>"KRALJ, Slavko, MAKOVEC, Darko. Magnetic assembly of superparamagnetic iron oxide nanoparticle clusters into nanochains and nanobundles. <i>ACS nano</i>, ISSN 1936-0851, 2015, vol. 9, no. 10, str. 9700-9707, doi: 10.1021/acsnano.5b02328. [COBISS.SI-ID 28882727], [JCR, SNIP, WoS do 15. 9. 2019: št. citatov (TC): 44, čistih citatov (CI): 35, čistih citatov na avtorja (CIAu): 17.50, Scopus do 28. 10. 2019: št. citatov (TC): 39, čistih citatov (CI): 30, čistih citatov na avtorja (CIAu): 15.00] kategorija: 1A1 (Z, A", A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 115.61, št. avtorjev: 2"</p> <p>"MAKOVEC, Darko, BELEC, Blaž, GORŠAK, Tanja, LISJAK, Darja, KOMELJ, Matej, DRAŽIČ, Goran, GYERGYEK, Sašo. Discrete evolution of the crystal structure during the growth of Ba-hexaferrite nanoplatelets. <i>Nanoscale</i>, ISSN 2040-3364, 2018, vol. 10, issue 30, str. 14480-14491, doi: 10.1039/C8NR03815E. [COBISS.SI-ID 31549735], [JCR, SNIP, WoS do 3. 11. 2019: št. citatov (TC): 3, čistih citatov (CI): 0, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0, Scopus do 29. 8. 2019: št. citatov (TC): 5, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.14] kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICN točke: 22.75, št. avtorjev: 7"</p>		