

# TEORIJA GRADIV

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	TEORIJA GRADIV
<b>Course title:</b>	MATERIALS SCIENCE
<b>Članica nosilka/UL Member:</b>	UL FS

<b>Študijski programi in stopnja</b>	<b>Študijska smer</b>	<b>Letnik</b>	<b>Semestri</b>	<b>Izbirnost</b>
Strojništvo, tretja stopnja, doktorski	Ni členitve (študijski program)	1. letnik, 2. letnik	Celoletni	izbirni

<b>Univerzitetna koda predmeta/University course code:</b>	0033423
<b>Koda učne enote na članici/UL Member course code:</b>	7015

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

<b>Nosilec predmeta/Lecturer:</b>	Roman Šturm
-----------------------------------	-------------

<b>Izvajalci predavanj:</b>	Roman Šturm
<b>Izvajalci seminarjev:</b>	
<b>Izvajalci vaj:</b>	
<b>Izvajalci kliničnih vaj:</b>	
<b>Izvajalci drugih oblik:</b>	
<b>Izvajalci praktičnega usposabljanja:</b>	

<b>Vrsta predmeta/Course type:</b>	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):**

Kristalna zgradba kovin in opis kristalov. Napake v kristalni zgradbi in eksperimentalne metode za popis napak, difuzija, atomski model difuzije, Fickovi zakoni, temperaturna odvisnost difuzijskega koeficienta, difuzijski mehanizmi in aktivacijska energija, vplivi na difuznost, Kirkendallov efekt, difuzijski eksperimenti. Dislokacijski mehanizmi pri plastičnem preoblikovanju, drsenje, utrjevanje, rekristalizacijsko žarjenje, kinetika poprave in nukleacijski mehanizmi. Utrjevanje kovin s toplotno obdelavo, fazne transformacije, nukleacijski mehanizmi, izločanje in izločevalni mehanizmi, izločevalno utrjanje.

Lezenje, vrste in mehanizmi lezenja, lom in utrjevanje kovin. Griffithova teorija loma, modificirani modeli za delno žilave kovine, mehanizmi mikrorazpok, vplivi na utrujanje kovin, morfologija utrujenostnega preloma.

Korozija, vrste in mehanizmi različnih tipov korozij, korozijske poškodbe, napetostna korozija in utrujenost, zaščita pred korozijo, korozijska odpornost materialov.

Integriteta površin po mehanski in toplotni obdelavi, eksperimentalne metode za popis integritete površin.

Umetne snovi: kinetika reakcij, konfiguracija polimernih verig, kristalinično in amorfno stanje, vrste reakcij, vrste umetnih snovi, dodatki umetnim snovem, termodinamske faze in lastnosti, eksperimentalne metode za

Atomic bonding and crystal structure. Imperfections in crystals and experimental methods for imperfection characterizations, diffusion, model of atomic diffusion, Fick's laws, temperature dependence of diffusion coefficient, diffusion mechanisms and activation energy, diffusion influence factors, Kirkendall's effect, diffusive experiments.

Dislocation mechanisms at cold deformation, slip, strengthening, recrystallization, nucleation and recovery mechanisms. Metal strengthening with heat treatment, phase transformations, nucleation, precipitation strengthening.

Creep, creep types and mechanisms. Fracture and strengthening of metals. Griffith's fracture theory, models of fracture for ductile to brittle metals, crack mechanisms, fatigue, morphology of fatigue fracture.

Corrosion, mechanisms of different types of corrosion, corrosion failures, corrosion protection, corrosion resistant materials.

Surface integrity after mechanical and thermal treatment, experimental methods for surface integrity characterization.

Polymers: kinetic reactions, configuration of polymer chains, amorphous and crystallinity, polymer reactions, types of polymers, additives, thermodynamic phases, properties, methods for polymer characterization,

<p>karakterizacijo umetnih snovi, priprava polimernih snovi pred predelavo.</p> <p>Tehnična keramika: fizikalno-kemične osnove keramike, fazni diagrami, medfazni in površinski pojavi, priprava in obdelava prahov, oblikovanje in poobdelava izdelkov, karakterizacija prahov, karakterizacija keramičnih materialov za različne termo-mehanske aplikacije.</p> <p>Kompoziti: delitev kompozitov, kompoziti s kovinsko polimerno in keramično matico, sestave kompozitov, matice, vlakna in viskersi, mejne površine v kompozitih, mikromehanika kompozitov, mehanske lastnosti kompozitov, lomna mehanika kompozitov, metode za karakterizacijo kompozitov, tehnike in tehnologije kompozitnih materialov, neporušno testiranje kompozitov in optimiranje zgradbe, dinamične lastnosti in utrujanje kompozitov.</p> <p>Obrabna odpornost, vrsta in mehanizmi obrabe, obrabno odporne kovine, keramika, umetne snovi, kompoziti. Postopki za povečanje obrabne odpornosti materialov. Utrjevanje površin z mehansko in toplotno energijo, elektronskim in laserskim snopom, plazmo.</p> <p>Teoretične osnove mehanskega preizkušanja materialov, teoretične osnove in postopki neporušnega preizkušanja materialov, kvantitativna ocena stanja materiala in velikost napak v materialu, kritična ocena velikosti napak, zanesljivost materialov v obratovanju, načrtovanju in izbira gradiv v strojništvu.</p>	<p>polymer pre-processing preparation. Technical ceramics: physical – chemical basis, phase diagrams, phase and surface mechanisms, powder preparation, shaping and sintering, powder characterization, thermo – mechanical applications.</p> <p>Composites: classification, composites with metal, polymer and ceramic matrix, composition of composites, matrix, fibres and viskers, bonding phase, composite micro-mechanics, mechanical properties, fracture mechanics, composite characterization methods, production technology of composites, non-destructive testing, dynamical and fatigue properties.</p> <p>Wear resistance, wear types and mechanisms, wear resistant metals, ceramics, polymers and composites, procedures to increase wear resistance, surface strengthening with mechanical and heat energy, with electron and laser beam.</p> <p>Theoretical background of mechanical tests, theoretical background of non-destructive tests, quantitative material analysis with failure evaluation, materials reliability during operation, planning and material selection.</p>
--	--

### **Temeljna literatura in viri/Readings:**

- [1] Physical metallurgy. Vol. 1, 2, 3 / edited by R.W. Cahn, P. Haasen.- Amsterdam etc.: North-Holland, 1996, COBISS.SI-ID - 34044165
- [2] Sinha A.K.: Physical Metallurgy Handbook, McGraw Hill Handbooks, New York, 2003 COBISS.SI-ID - 5498395
- [3] Guy A.G.: Introduction to Materials Science, McGraw-Hill, Kogakusha, Tokyo, New York 1972 COBISS.SI-ID - 1449775

- [4] Tilley R.I.D.: Understanding Solids, The Science of Materials, John Wiley & sons, Chichester 2004 COBISS.SI-ID - 503647
- [5] Handbook of residual stress and deformation of steel / edited by G. Totten, M. Howes, T. Inoue.- Materials Park, Ohio: ASM International, 2001 cop. 2002 COBISS.SI-ID - 5122843
- [6] Grum J.: Laser surface hardening. V: TOTTEN, George E. (ur.), FUNATANI, Kiyoshi (ur.), XIE, Lin (ur.). Handbook of metallurgical process design, (Materials engineering, 24). New York; Basel: M. Dekker, cop. 2004, str. 641-731. COBISS.SI-ID - 7378203
- [7] Grum J.: Laser surface hardening. V: TOTTEN, George E. (ur.). Steel heat treatment : equipment and process design. 2nd ed. Boca Raton: Taylor & Francis, cop. 2007, str. 435-566. COBISS.SI-ID - 9694235

### **Cilji in kompetence:**

#### **Cilji:**

Cilj predmeta Teorija gradiv je dati študentom poglobljeno znanje in razumevanje lastnosti materialov z vidika kristalne zgradbe in mikrostrukture. Zato pridobijo znanje o zlitinah in zlitinskih sistemih, o nastalih mikrostrukturah, o vplivu primarnega pridobivanja zlitine oziroma materiala. Zato spozna osnove o livarskih tehnologijah in o postopkih preoblikovanja do polizdelkov. Vsi ti postopki vključujejo tudi podatke o materialu v priročnikih.

#### **Kompetence:**

- Sposobnost ocenjevanja lastnosti materialov z vidika nastale mikrostrukture,
- Dobro poznavanje postopkov preizkušanja materialov in načinov prikaza lastnosti materialov glede na stanje materialov
- Sposobnost ocenjevanja mikrostrukturnih sprememb pri toplotnih in termo-mehanskih obdelavah materialov in ocenjevanje lastnosti materialov
- Sposobnost izbiranja materialov pri snovanju izdelkov in konstruiranju

### **Objectives and competences:**

#### **Goals:**

The principal goal of Materials Science is to give thorough knowledge about material properties from crystal composition and microstructure point of view. Students acquires knowledge about alloying systems, microstructures, foundry technologies, re-forming procedures... All these processes include also material data in handbooks.

#### **Competences:**

The student acquires basics:

- Ability to evaluate material properties from microstructure point of view.
- Good knowledge about material testing procedures.
- Ability to evaluate properties of contact surfaces after thermal and thermo-mechanical treatments.
- Ability to select proper material for the application.

### **Predvideni študijski rezultati:**

- Sposobnost ocenjevanja lastnosti materialov z vidika nastale mikrostrukture,

### **Intended learning outcomes:**

- The student acquires basics:
- Ability to evaluate material

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dobro poznavanje postopkov preizkušanja materialov in načinov prikaza lastnosti materialov glede na stanje materialov</li> <li>• Sposobnost ocenjevanja mikrostrukturnih sprememb pri toplotnih in termo-mehanskih obdelavah materialov in ocenjevanje lastnosti materialov</li> <li>• Sposobnost izbiranja materialov pri snovanju izdelkov in konstruiranju</li> </ul>	<p>properties from microstructure point of view.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Good knowledge about material testing procedures.</li> <li>• Ability to evaluate properties of contact surfaces after thermal and thermo-mechanical treatments.</li> <li>• Ability to select proper material for the application.</li> </ul>
---	--

### **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:**

Ustni izpit, poročilo o seminarskem delu. Pogoji za opravljanje ustnega izpita je uspešno izdelano in pozitivno ocenjeno seminarsko delo. Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt): • projektni seminar (20%) • ustno izpraševanje (80%)		Oral exam, report on seminar work. The condition for admission to oral exam is successful completion of seminar work, rewarded with a passing grade. Method (written exam, oral examination, assignments, project). • project seminar (20%) • oral examination (80%)
--	--	--

### **Ocenjevalna lestvica:**

### **Grading system:**

5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10
--	--

### **Reference nosilca/Lecturer's references:**

#### **prof. dr. Roman ŠTURM**

MARKEŽIČ, Rok, NAGLIČ, Iztok, MOLE, Nikolaj, ŠTURM, Roman. Experimental and numerical analysis of failures on a die insert for high pressure die casting. *Engineering failure analysis*. Jan. 2019, vol. 95, str. 171-180, ilustr. ISSN 1350-6307. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350630718306514?via%3Dihub>, DOI: [10.1016/j.engfailanal.2018.09.010](https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2018.09.010). [COBISS.SI-ID [16374299](https://www.cobiss.si/id/16374299)]

MITITELU, Ionut, PETRIȘOR, Silviu Mihai, SAVIN, Adriana, ŠTURM, Roman, BERGANT, Zoran, STEIGMANN, Rozina, STANCIU, Mariana Domnica, BARSANESCU, Paul Doru. Multi-criteria evaluation of the failure of CFRP laminates for frames in the automotive industry. *Polymers*. 2022, vol. 14, iss. 21, str. 1-16, ilustr. ISSN 2073-4360. <https://www.mdpi.com/2073-4360/14/21/4507>, DOI: [10.3390/polym14214507](https://doi.org/10.3390/polym14214507). [COBISS.SI-ID [127051011](#)]

ŠTURM, Roman, GRIMBERG, Raimond, SAVIN, Adriana, GRUM, Janez. Destructive and nondestructive evaluations of the effect of moisture absorption on the mechanical properties of polyester-based composites. *Composites. Part B, Engineering*. [Print ed.]. Mar. 2015, vol. 71, str. 10-16, ilustr. ISSN 1359-8368. DOI: [10.1016/j.compositesb.2014.11.022](https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2014.11.022). [COBISS.SI-ID [13818395](#)]

ULE, Boris, ŠTURM, Roman, LESKOVŠEK, Vojteh. Effects of test specimen geometry on creep behaviour of 12Cr steel in miniaturised disc bend tests. *Materials science and technology*. 2003, 12, vol. 19, str. 1771-1776. ISSN 0267-0836. [COBISS.SI-ID [325546](#)]