

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Nekovinski materiali - PAP
<b>Course title:</b>	Non-metallic materials - PAP
<b>Članica nosilka/UL Member:</b>	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Strojništvo - projektno aplikativni program, prva stopnja, visokošolski strokovni	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	2. semester

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 0562666

**Koda učne enote na članici/UL Member course code:** 3011-V

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		30			40	4

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Lidija Slemenik Perše

**Vrsta predmeta/Course type:** Obvezni splošni predmet /Compulsory general course

<b>Jeziki/Languages:</b>	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

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

**Prerequisites:**

Izpolnjevanje pogojev za vpis v Visokošolski strokovni študijski program I. stopnje Strojništvo - Projektno aplikativni program.

Meeting the enrollment conditions for the MECHANICAL ENGINEERING - Project Oriented Applied Programme

**Vsebina:**

**Content (Syllabus outline):**

1. Vsebina 1. Predavanja: ZGRADBA SNOVI  
- Razdelitev snovi in njihove lastnosti, zakonitosti kemijskih sprememb, agregatna stanja, atomi, molekule, vrste in lastnosti kemijskih vezi, pregled nekovinskih materialov, osnovne značilnosti in uporaba  
2. Vsebina 2. Predavanja: KERAMIKA in STEKLO  
- Osnovne značilnosti keramike, osnovne značilnosti anorganskega stekla, zgradba keramike; mikrostruktura keramičnih materialov, postopki izdelave keramike, anorganskega stekla, sintranje, primeri uporabe keramičnih materialov v strojništvu

1. Content of Lecture 1: MATERIAL STRUCTURE1.  
-Materials and their properties, characteristics of chemical changes, state of matter, atoms, molecules, types and properties of chemical bonds, non-metallic materials – basic characteristics  
2. Content of Lecture 2: CERAMICS and GLASS  
- Basic characteristics of inorganic glass, structure and microstructure of ceramic materials, manufacturing processes of ceramics and glass, sintering, ceramic materials in mechanical engineering  
3. Content of Lecture 3: POLYMERS - INTRODUCTION

<p>3. Vsebina 3. Predavanja: POLIMERNI MATERIALI – UVOD</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definicije pojmov (polimer, monomer, oligomer, polimerizacija, stopnja polimerizacije, zamreženje, kopolimer, kopolimerizacija), značilnosti polimernih materialov, razdelitev polimerov v osnovne skupine, posebni polimerni materiali (fotokromni, termokromni, ..., samozacelitveni, ...)</li> </ul> <p>4. Vsebina 4. Predavanja: SINTETIČNI POLIMERI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Osnovne skupine sintetičnih polimerov, funkcijski dodatki, poznavanje osnovnih, najpogostejše uporabljenih sintetičnih polimernih materialov, lastnosti in primeri uporabe termoplastov, duroplastov, elastoplastov: najbolj značilni predstavniki posameznih skupin</li> </ul> <p>5. Vsebina 5. Predavanja: TERMIČNE ZNAČILNOSTI POLIMERNIH MATERIALOV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toplotni prehodi, vpliv strukture na termične lastnosti (amorfni polimeri, kristalinični, delno-kristalinični polimeri), P-V-T diagram</li> </ul> <p>6. Vsebina 6. Predavanja: OSNOVNE MERILNE TEHNIKE ZA DOLOČANJE TERMIČNIH LASTNOSTI NEKOVINSKIH MATERIALOV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Osnove termičnih tehnik in interpretacija rezultatov: diferenčna dinamična kalorimetrija (DSC), dinamična mehanska analiza (DMA), termogravimetrična metoda (TG, TGA)</li> </ul> <p>7. Vsebina 7. Predavanja: MEHANSKE LASTNOSTI NEKOVINSKIH MATERIALOV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trdnost, trdota, žilavost, elastičnost, napetostno-deformacijske krivulje za posamezne skupine nekovinskih materialov, testiranje mehanskih lastnosti nekovinskih materialov</li> </ul> <p>8. Vsebina 8. Predavanja: VPLIV OKOLJSKIH POGOJEV NA MEHANSKE LASTNOSTI NEKOVINSKIH MATERIALOV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vpliv vlage, temperature in tlaka na mehanske lastnosti</li> </ul> <p>9. Vsebina 9. Predavanja: POLIMERNI KOMPOZITI - značilnosti, struktura</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Osnovne značilnosti kompozitov, ojačitve, vrste ojačitev, lastnosti posamezne vrste ojačitev, vpliv izbire ojačitev na lastnosti kompozita</li> </ul> <p>10. Vsebina 10. Predavanja: POLIMERNI KOMPOZITI - postopki izdelave</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proizvodni procesi za izdelavo kompozitov (ročni postopek, pultruzija, vakumski postopek, vitlanje, infuzija s tlakom, prepreg postopek)</li> </ul> <p>11. Vsebina 11. Predavanja: MEHANSKE LASTNOSTI KOMPOZITOV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vpliv strukture kompozitov, vpliv izbire polnil, usmerjenosti vlaken, deleža, ....., testiranje mehanskih lastnosti kompozitov</li> </ul> <p>12. Vsebina 12. Predavanja: VISKOELASTIČNE LASTNOSTI POLIMEROV IN KOMPOZITOV</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic definitions (polymer, monomer, oligomer, polymerization, degree of polymerization, cross-linking, copolymer, copolymerization), characteristics of polymeric materials, basic groups of polymers, specific polymeric materials (photochromic, thermochromic, self-healing, ...)</li> </ul> <p>4. Content of Lecture 4: SYNTHETIC POLYMERS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic groups of synthetic polymers, functional additives, the most frequently used synthetic polymers, properties and use of thermoplastics, duroplasts, elastoplastics, typical examples of individual groups</li> </ul> <p>5. Content of Lecture 5: THERMAL CHARACTERISTICS OF POLYMER MATERIALS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Phase transitions, the effect of structure on thermal properties (amorphous polymers, crystalline, semi-crystalline polymers), P-V-T diagrams.</li> </ul> <p>6. Content of Lecture 6: BASIC MEASURING TECHNIQUES for DETERMINATION of THERMAL PROPERTIES of NON-METALLIC MATERIALS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basics of thermal techniques and interpretation of results: Differential dynamic calorimetry (DSC), Dynamic mechanical analysis (DMA), thermogravimetric method (TG, TGA)</li> </ul> <p>7. Content of Lecture 7: MECHANICAL PROPERTIES OF NON-METALLIC MATERIALS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strength, hardness, toughness, elasticity, stress-strain curves for various groups of non-metallic materials, determination of mechanical properties of non-metallic materials</li> </ul> <p>8. Content of Lecture 8: The EFFECT of ENVIRONMENTAL CONDITIONS on MECHANICAL PROPERTIES of NON-METALLIC MATERIALS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The effect of moisture, temperature and pressure on mechanical properties</li> </ul> <p>9. Content of Lecture 9: POLYMER COMPOSITES – characteristics, structure</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic characteristics of composites, types and properties of reinforcements, the effect of the type of reinforcement on mechanical properties of composite</li> </ul> <p>10. Content of Lecture 10: POLYMER COMPOSITES – manufacturing processes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manufacturing processes for the production of composites (hand lay-up, pultrusion, infusion, filament winding, pre-preg process)</li> </ul> <p>11. Content of Lecture 11: MECHANICAL PROPERTIES of COMPOSITES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The effect of composite structure, the effect of fillers, fiber orientation, proportion, ....., determination of mechanical properties of composites</li> </ul> <p>12. Content of Lecture 12: VISCOELASTIC PROPERTIES of POLYMERS and COMPOSITES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentals of viscoelasticity, the range of linear viscoelastic response, basic mechanical models for the description of viscoelastic responses (Maxwell, Kelvin-</li> </ul>
---	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Osnove viskoelastičnosti, območje linearnega viskoelastičnega odziva, osnovni modeli za popis viskoelastičnih odzivov (Maxwell, Kelvin-Voight)</li> </ul> <p>13. Vsebina 13. Predavanja: OSNOVNE MERILNE TEHNIKE ZA DOLOČANJE VISKOELASTIČNIH LASTNOSTI POLIMEROV IN KOMPOZITOV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Osnove tehnik in interpretacija rezultatov: reologija, tokovne lastnosti taline, vpliv viskoelastične strukture na različne industrijske procese</li> </ul> <p>14. Vsebina 14. Predavanja: ČASOVNO-ODVISNE ZNAČILNOSTI POLIMERNIH MATERIALOV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lezenje, relaksacija, določanje življenjske dobe polimernih materialov, časovno temperaturna superpozicija</li> </ul> <p>15. Vsebina 15. Predavanja: REKILIRANJE IN DEGRADACIJA POLIMERNIH MATERIALOV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Degradacija, staranje polimernih materialov, osnove recikliranja (vrste postopkov recikliranja (mehansko, kemijsko, ...), izbira ustreznega postopka recikliranja - vpliv strukture na izbiro postopka, vpliv recikliranja na mehanske lastnosti produkta</li> </ul>	<p>Voight).</p> <p>13. Content of Lecture 13: BASIC MEASUREMENT TECHNIQUES for DETERMINATION of VISCOELASTIC PROPERTIES of POLYMERS and COMPOSITES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basics of techniques and interpretation of results: rheology, flow properties of melt, the effect of viscoelastic structure on various industrial processes</li> </ul> <p>14. Content of Lecture 14: TIME-DEPENDENT PROPERTIES of POLYMER MATERIALS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- creep and relaxation processes, lifetime predictions, time-temperature superposition.</li> </ul> <p>15. Content of Lecture 15: RECYCLING and DEGRADATION of POLYMER MATERIALS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Degradation, aging of polymers, types of recycling processes, the impact of structure on the selection of the recycling process, the impact of recycling on thermal, structural and mechanical properties.</li> </ul>
---	---

#### Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Wineman A.S., Ramamani K.R.: Mechanical response of polymers: an introduction. Cambridge University Press, 2000.
2. Ferry J.D.: Viscoelastic properties of polymers. John Wiley & Sons, 1980.
3. McCrum N.G., Buckley C.P., Bucknall C.B., Principles of Polymer Engineering, Oxford University Press, New York, 1997.
4. Shaw M.T.: Introduction to Polymer Rheology, John Wiley & Sons, 2012.
5. Tadmor Z. in Gogos C. G., Principles of Polymer Processing, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2006.

#### Cilji in kompetence:

##### Cilji:

1. Cilj 1: spoznati lastnosti nekovinskih materialov
2. Cilj 2: spoznati lastnosti nekovinskih materialov pri različnih okoljskih pogojih
3. Cilj 3: spoznati lastnosti nekovinskih materialov pri različnih pogojih obremenjevanja
4. Cilj 4: spoznati uporabo karakterizacijskih metod pri uporabi nekovinskih materialov
5. Cilj 5: spoznati pomen trajnostnega razvoja

##### Kompetence:

1. Kompetenca 1: aplikacija nekovinskih materialov v proizvodne procese (S1-PAP, S11-PAP + P3-PAP)
2. Kompetenca 2: sposobnost uporabe lastnosti nekovinskih materialov pri različnih okoljskih pogojih (S8-PAP + P1-PAP)
3. Kompetenca 3: sposobnost uporabe lastnosti nekovinskih materialov pri različnih pogojih obremenjevanja (S4-PAP + P1-PAP)

#### Objectives and competences:

##### Aims:

1. Aim 1: to acknowledge the properties of non-metallic materials
2. Aim 2: to learn about the properties of non-metallic materials under different environmental conditions
3. Aim 3: to learn about the properties of non-metallic materials under various loading conditions
4. Aim 4: to learn about the characterization methods during the application of non-metallic materials
5. Aim 5: to understand the importance of sustainable development

##### Competences:

1. Competence 1: the application of non-metallic materials in technological processes (S1-PAP + S11-PAP+ P3-PAP)
2. Competence 2: the ability to understand the behavior of non-metallic materials under different

4. Kompetenca 4: sposobnost karakterizacije lastnosti nekovinskih materialov (S1-PAP, S11-PAP + P3-PAP) 5. Kompetenca 5: sposobnost aplikacije oz. uporabe izdelkov po končani življenjski dobi (S9-PAP + P5-PAP)	environmental conditions (S8-PAP+ P1-PAP) 3. Competence 3: the ability to understand the behavior of non-metallic materials under different loading conditions (S4-PAP+ P1-PAP) 4. Competence 4: the ability to characterize the properties of non-metallic materials (S1-PAP, S11-PAP + P3-PAP) 5. Competence 5: the ability to apply and use the products after the end of the product's lifetime (S9-PAP + P5-PAP)
--	--

#### Predvideni študijski rezultati:

<p><b>Znanja:</b></p> <p>Z1: Poglobljeno strokovno teoretično in praktično znanje na področju termičnih, mehanskih in reoloških lastnosti nekovinskih materialov s poudarkom na uporabi in predelavi v strojniških aplikacijah.</p> <p><b>Spretnosti:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. S1 Izvajanje kompleksnih karakterizacij različnih lastnosti nekovinskih materialov, ki vključujejo različne metode in tehnike.</li> <li>2. S1.2 Obvladovanje zahtevnih, kompleksnih industrijskih procesov aplikacije nekovinskih materialov ob samostojni uporabi znanja različnih lastnosti nekovinskih materialov v realnih delovnih situacijah.</li> <li>3. S1.3 Diagnostiranje in reševanje problemov aplikacije nekovinskih materialov v industrijske procese na področju strojništva.</li> <li>4. S1.4 Osnova za reševanje napak pri uporabi in tehnoloških procesih predelave nekovinskih materialov ter kritično refleksijo.</li> </ol>
--

#### Intended learning outcomes:

<p><b>Knowledge:</b></p> <p>Z1: In-depth theoretical and practical knowledge of thermal, mechanical and rheological properties of non-metallic materials with the emphasis on the use and processing methods in mechanical applications.</p> <p><b>Skills:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. S1 Executing of complex characterization techniques for determination of various properties of non-metallic materials.</li> <li>2. S1.2 Mastering demanding and complex industrial processes for application of non-metallic materials on the basis of creative use of acquired knowledge in specialised professional fields.</li> <li>3. S1.3 Detecting and solving problems of using non-metallic materials in industrial processes.</li> <li>4. S1.4 Ability of unique solutions in technological processes and critical reflections.</li> </ol>
--

#### Metode poučevanja in učenja:

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metoda 1: Klasične oblike poučevanja: P1 Avditorna predavanja z reševanjem izbranih - za področje značilnih - teoretičnih in praktično uporabnih primerov. P2 Obravnava snovi po urejeni in vnaprej razloženi sistematiki. P5 Uporaba študijskega gradiva v obliki skripta, e-verzija predstavitev predavanj P9 Skupinsko delo (razprave za – proti, strukturirana diskusija, viharjenje možganov)</li> <li>2. Metoda 2: Moderne in prožne oblike poučevanja: P10 Uporaba anket v realnem času P14 Virtualni eksperimenti P15 Uporaba video vsebin kot priprava na predavanja</li> </ol>
--

#### Learning and teaching methods:

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Method 1: Conventional teaching methods: P1 Auditorial lectures with solving selected field-specific theoretical and applied use cases. P2 Presenting the content according to the explained system. P5 Application of study material (textbook, e-book of the lectures). P9 Team work (discussions pro and contra, structured discussion, brainstorming)</li> <li>2. Method 2: Contemporary and flexible teaching methods: P10 Application of questionnaires in real time. P14 Virtual experiments. P15 Application of videos for preparations to the lectures and exercises.</li> </ol>
---

--	--

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

- Teoretične vsebine (predavanja)	60,00 %	- Theoretical part (lectures)
- Samostojno delo na vajah	20,00 %	- Individual work during laboratory practice
- Delo na laboratorijskih vajah (vključno s poročili)	20,00 %	- Laboratory work (report included)

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

Lidija Slemenik Perše:

1. AVSENIK, Lidija, KLINAR, Dušan, TUŠAR, Marjan, **SLEMENIK PERŠE, Lidija**. Use of modified slow tire pyrolysis product as a rejuvenator for aged bitumen. Construction & building materials, ISSN 0950-0618. [Print ed.], Sep. 2016, vol. 120, str. 605-616.
2. ŽEPIČ, Vesna, ŠVARA FABJAN, Erika, KASUNIČ, Marta, CERC KOROŠEC, Romana, HANČIČ, Aleš, OVEN, Primož, **SLEMENIK PERŠE, Lidija**, POLJANŠEK, Ida. Morphological, thermal, and structural aspects of dried and redispersed nanofibrillated cellulose (NFC). Holzforschung : International Journal of the Biology, Chemistry, Physics and Technology of Wood, ISSN 0018-3830. Tiskana izdaja, 2014, vol. 68, no. 6, str. 657-667.
3. JERMAN, Ivan, KOŽELJ, Matjaž, **SLEMENIK PERŠE, Lidija**, OREL, Boris. Paint coatings for polymeric solar absorbers and their applications. V: KÖHL, Michael (ur.). Polymeric materials for solar thermal applications, (Solar heating and cooling, ISSN 2194-0665), (Solar heating and cooling, ISSN 2194-8135). Weinheim: Wiley-VCL. cop. 2012, str. 167-186.
4. OSELI, Alen, HUSKIČ, Miroslav, ŽAGAR, Ema, **SLEMENIK PERŠE, Lidija**. Effect of morphological structure on physical properties of SWCNT/PE nanocomposites. V: COST action CA15107 MultiComp, Multi-functional Nano-Carbon Composite Materials Network : Aveiro Spring Meeting March 21st - 22nd, 2019 Aveiro, Portugal : book of abstract. Aveiro: Aveiro Institute of Materials University of Aveiro. 2019
5. OSELI, Alen, AULOVA, Alexandra, PRAPROTNİK, Jan, **SLEMENIK PERŠE, Lidija**. Time-dependent behavior of polymer-metal composite stripe for magnetic encoders. V: AERC 2018, 12th Annual European Rheology Conference [and] XV Meeting of the Italian Society of Rheology, April 17-20, 2018.