UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

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

Jeziki/Languages:	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

3. Vsebina 3. Predavanja: POLIMERNI MATERIALI – UVOD - 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, …) 4. Vsebina 4. Predavanja: SINTETIČNI POLIMERI - Osnovne skupine sintetičnih polimerov, funkcijski dodatki, poznavanje osnovnih, najpogosteje uporabljenih sintetičnih polimernih materialov, lastnosti in primeri uporabe termoplastov, duroplastov, elastoplastov: najbolj značilni predstavniki posameznih skupin 5. Vsebina 5. Predavanja: TERMIČNE ZNAČILNOSTI POLIMERNIH MATERIALOV - Toplotni prehodi, vpliv strukture na termične lastnosti (amorfni polimeri, kristalinični, delno-kristalinični polimeri), P-V-T diagram 6. Vsebina 6. Predavanja: OSNOVNE MERILNE TEHNIKE ZA DOLOČANJE TERMIČNIH LASTNOSTI NEKOVINSKIH MATERIALOV - Osnove termičnih tehnik in interpretacija rezultatov: diferenčna dinamična kalorimetrija (DSC), dinamična mehanska analiza (DMA), termogravimetrična metoda (TG, TGA) 7. Vsebina 7. Predavanja: MEHANSKE LASTNOSTI NEKOVINSKIH MATERIALOV - Trdnost, trdota, žilavost, elastičnost, napetostno-deformacijske krivulje za posamezne skupine nekovinskih materialov, testiranje mehanskih lastnosti nekovinskih materialov 8. Vsebina 8. Predavanja: VPLIV OKOLJSKIH POGOJEV NA MEHANSKE LASTNOSTI NEKOVINSKIH MATERIALOV - Vpliv vlage, temperature in tlaka na mehanske lastnosti 9. Vsebina 9. Predavanja: POLIMERNI KOMPOZITI - značilnosti, struktura - Osnovne značilnosti kompozitov, ojačitve, vrste ojačitev, lastnosti posamezne vrste ojačitev, vpliv izbire ojačitev na lastnosti kompozita 10. Vsebina 10. Predavanja: POLIMERNI KOMPOZITI - postopki izdelave - Proizvodni procesi za izdelavo kompozitov (ročni postopek, pultruzija, vakumski postopek, vitlanje, infuzija s tlakom, prepreg postopek) 11. Vsebina 11. Predavanja: MEHANSKE LASTNOSTI KOMPOZITOV - vpliv strukture kompozitov, vpliv izbire polnil, usmerjenosti vlaken, deleža, …., testiranje mehanskih lastnosti kompozitov 12. Vsebina 12. Predavanja: VISKOELASTIČNE LASTNOSTI POLIMEROV IN KOMPOZITOV	- 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, …) 4. Content of Lecture 4: SYNTHETIC POLYMERS - 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 5. Content of Lecture 5: THERMAL CHARACTERISTICS OF POLYMER MATERIALS - Phase transitions, the effect of structure on thermal properties (amorphous polymers, crystalline, semi-crystalline polymers), P-V-T diagrams. 6. Content of Lecture 6: BASIC MEASURING TECHNIQUES for DETERMINATION of THERMAL PROPERTIES of NON-METALLIC MATERIALS - Basics of thermal techniques and interpretation of results: Differential dynamic calorimetry (DSC), Dynamic mechanical analysis (DMA), thermogravimetric method (TG, TGA) 7. Content of Lecture 7: MECHANICAL PROPERTIES OF NON-METALLIC MATERIALS - Strength, hardness, toughness, elasticity, stress-strain curves for various groups of non-metallic materials, determination of mechanical properties of non-metallic materials 8. Content of Lecture 8: The EFFECT of ENVIRONMENTAL CONDITIONS on MECHANICAL PROPERTIES of NON-METALLIC MATERIALS - The effect of moisture, temperature and pressure on mechanical properties 9. Content of Lecture 9: POLYMER COMPOSITES – characteristics, structure - Basic characteristics of composites, types and properties of reinforcements, the effect of the type of reinforcement on mechanical properties of composite 10. Content of Lecture 10: POLYMER COMPOSITES – manufacturing processes - Manufacturing processes for the production of composites (hand lay-up, pultrusion, infusion, filament winding, pre-preg process) 11. Content of Lecture 11: MECHANICAL PROPERTIES of COMPOSITES - The effect of composite structure, the effect of fillers, fiber orientation, proportion,…., determination of mechanical properties of composites 12. Content of Lecture 12: VISCOELASTIC PROPERTIES of POLYMERS and COMPOSITES - Fundamentals of viscoelasticity, the range of linear viscoelastic response, basic mechanical models for the description of viscoelastic responses (Maxwell, Kelvin-

- Osnove viskoelastičnosti, območje linearnega viskoelastičnega odziva, osnovi modeli za popis viskoelastičnih odzivov (Maxwell, Kelvin-Voight) 13. Vsebina 13. Predavanja: OSNOVNE MERILNE TEHNIKE ZA DOLOČANJE VISKOELASTIČNIH LASTNOSTI POLIMEROV IN KOMPOZITOV - Osnove tehnik in interpretacija rezultatov: reologija, tokovne lastnosti taline, vpliv viskoelastične strukture na različne industrijske procese 14. Vsebina 14. Predavanja: ČASOVNO-ODVISNE ZNAČILNOSTI POLIMERNIH MATERIALOV - Lezenje, relaksacija, določanje življenjske dobe polimernih materialov, časovno temperaturna superpozicija 15. Vsebina 15. Predavanja: RECIKLIRANJE IN DEGRADACIJA POLIMERNIH MATERIALOV - 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	Voight). 13. Content of Lecture 13: BASIC MEASUREMENT TECHNIQUES for DETERMINATION of VISCOELASTIC PROPERTIES of POLYMERS and COMPOSITES - Basics of techniques and interpretation of results: rheology, flow properties of melt, the effect of viscoelastic structure on various industrial processes 14. Content of Lecture 14: TIME-DEPENDENT PROPERTIES of POLYMER MATERIALS - creep and relaxation processes, lifetime predictions, time-temperature superposition. 15. Content of Lecture 15: RECYCLING and DEGRADATION of POLYMER MATERIALS - 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.

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:	**Objectives and competences:**
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)	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:	**Intended learning outcomes:**
Znanja: 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. Spretnosti: 1. S1 Izvajanje kompleksnih karakterizacij različnih lastnosti nekovinskih materialov, ki vključujejo različne metode in tehnike. 2. S1.2 Obvladovanje zahtevnih, kompleksnih industrijskih procesov aplikacije nekovinskih materialov ob samostojni uporabi znanja različnih lastnosti nekovinskih materialov v realnih delovnih situacijah. 3. S1.3 Diagnosticiranje in reševanje problemov aplikacije nekovinskih materialov v industrijske procese na področju strojništva. 4. S1.4 Osnova za reševanje napak pri uporabi in tehnoloških procesih predelave nekovinskih materialov ter kritično refleksijo.	Knowledge: 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. Skills: 1. S1 Executing of complex characterization techniques for determination of various properties of non-metallic materials. 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. 3. S1.3 Detecting and solving problems of using non-metallic materials in industrial processes. 4. S1.4 Ability of unique solutions in technological processes and critical reflections.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
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 predstavitve predavanj P9 Skupinsko delo (razprave za – proti, strukturirana diskusija, viharjenje možganov) 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	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) 2. Method 2: Contemporary and flexible teaching methods: P10 Application of questionaries in real time. P14 Virtual experiments. P15 Application of videos for preparations to the lectures and exercises.

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, HUSKIĆ, 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. Aveiero: Aveiro Institute of Materials University of Aveiro. 2019
5. OSELI, Alen, AULOVA, Alexandra, PRAPROTNIK, 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.