PROIZVODNO INŽENIRSTVO

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Proizvodno inženirstvo
Course title:	PRODUCTION ENGINEERING
Članica nosilka/UL Member:	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Strojništvo - razvojno raziskovalni program, prva stopnja, univerzitetni	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0562778
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	2038-U

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			40	4

Nosilec predmeta/Lecturer:	Niko Herakovič, Tomaž Berlec

Izvajalci predavanj:	
Izvajalci seminarjev:	
Izvajalci vaj:	
Izvajalci kliničnih vaj:	
Izvajalci drugih oblik:	
Izvajalci praktičnega usposabljanja:	

Vrsta predmeta/Course	Splošni izbirni predmet /Elective general course

type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Izpolnjevanje pogojev za vpis v Univerzitetni študijski program I. stopnje Strojništvo - Razvojno raziskovalni program.	Meeting the enrollment conditions for the Academic study programme of Mechanical Engineering - Research and Development program.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Predavanje: Proizvodni procesi in sistemi - Opredelitev proizvodnih procesov in sistemov; - Proizvodna sredstva; - Vloga ročnega dela in avtomatizacije; - Povezava z življenjsko dobo izdelka. 2. Predavanje: Izdelek - Opredelitev izdelka in njegovih komponent; - Vloga in funkcija strukture izdelka; - Tipi posameznih struktur in njihove lastnosti; - Obvladovanje variantne kompleksnosti izdelka. 3. Predavanje: Proizvodni procesi - Vplivne veličine in vzroki za delitev na podprocese, delovne operacije – opredelitev in lastnosti; - Metode in modeli za določanje časa posameznih delovnih operacij; - Struktura proizvodnega procesa; - Vrste delovnih operacij. 4. Predavanje: Ročna delovna mesta - Značilnosti ročnih delovnih mest; - Pretočni sistemi s podajanjem v urejenem in neurejenem stanju; - Časovna in prostorska povezanost ter organiziranost. 5. Predavanje: Ergonomija delovnih mest - Metode za povečanje učinkovitosti dela; - Ergonomsko oblikovanje ročnega	. Lecture: Production processes and systems - Defining of production processes and systems; - Production means; - The role of manual labor and automation; - Connection to the product life-cycle. 2. Lecture: Product - Definition of the product and its components; - The role and function of the product structure; - Types of individual structures and their properties; - Managing the variant complexity of the product. 3. Lecture: Production processes - Influential parameters and causes of division into sub-processes, work operations - definition and properties; - Methods and models for determining the timing of individual work operations; - Structure of the production process; - Types of work operations. 4. Lecture: Manual workplaces - Characteristics of manual workplaces; - Flow systems with arranged or uarranged feeding; - Temporal and spatial connections and organization. 5. Lecture: Ergonomics of workplaces - Methods for increasing work

delovnega mesta; - Ukrepi za lažje delo; - Metode krajšanja časov delovnih operacij. 6. Predavanje: Avtomatizacija proizvodnih procesov - Togi sistemi; - Fleksibilni sistemi; - Hibridni sistemi. 7. Predavanje: Robotizirani sitemi - Anatomija robota in njegovi atributi; - Krmilni podsistem robota in načini programiranja; - Robotska prijemala; - Urejevalni sistemi. 8. Predavanje: Uvod v LEAN in Digitalni LEAN - Osnovni koncept LEANa; - Osnove Digitalnega LEANa; - Digitalne tehnologije I4.0 kot podpora LEANu. 9. Predavanje: Projekt in projektno vodenje - Mesto in vloga projektnega vodenja v industriji; - Definicija projekta in projektnega vodenja, primeri projektov; - Vrste projektov glede na različne kriterije delitve ter razlika med projektom in običajno nalogo. 10. Predavanje: Timsko delo - Razlika med timskim in skupinskim delom; - Načini oblikovanja timov; - Timske vloge, koraki rasti učinkovitega tima. 11. Predavanje: Cilji projekta - Namenski in objektni cilji projekta; - Strategije za doseganje projektnih ciljev; - Organiziranje projekta (strukturirana členitev vsebine dela, organizacijska struktura projekta, matrike odgovornosti udeležencev projekta do aktivnosti projekta). 12. Predavanje: Tehnike prikazovanja poteka dela na projektu in analiza časa projekta - Mrežne tehnike; - Vrste in pomen različnih odvisnosti med aktivnostmi projekta;	efficiency; - Ergonomic design of manual workplaces; - Measures for easier work; - Methods of shortening the duration of work operations. 6. Lecture: Automation of Production Processes - Rigid systems; - Flexible systems; - Hybrid systems. 7. Lecture: Robotic systems - Anatomy of a robot and its attributes; - Robot control subsystem and programming modes; - Robotic grippers; - Feeding and arrangement systems. 8. Lecture: Introduction to LEAN and Digital LEAN - The basic concept of LEAN; - Basics of Digital LEAN; - Digital I4.0 technologies as a support to LEAN. 9. Lecture: A project and project management - The place and role of project management in industry; - Definition of a project and project management, examples of projects; - Types of projects according to different division criteria and the difference between the project and a usual task. 10. Lecture: Teamwork - The difference between teamwork and group work; - Ways to form teams; - Team roles, steps to build an efficient team. 11. Lecture: Project goals - Purposive and objective goals of a project; - Strategies for achieving project goals; - Organizing a project (work breakdown structure, organizational structure of the project, responsibility matrix of project participants in relation to project activities). 12. Lecture: Techniques for presenting the progress of work on the project and

- CPM in PERT metoda; - Gantovi diagram. 13. Predavanje: Metode za analiziranje virov projekta - Razpoložljivost virov; - Obremenitveni profili virov; - Izravnavanje virov. 14. Predavanje: Stroški projekta - Stroški posameznega vira; - Direktni strošek aktivnosti; - Skupni stroški projekta. 15. Predavanje: Spremljanje realizacije projekta - Lansiranje aktivnosti izvajalcem; - Aktualizacija projekta; - Sprejemanje ukrepov, kaj-če analiza.	project time analysis - Network techniques; - Types and meaning of different dependencies between project activities; - CPM and PERT method; - Gantt chart. 13. Lecture: Methods for analyzing project resources - Availability of resources; - Allocation profiles of resources; - Leveling up resources. 14. Lecture: Project costs - Costs of individual source; - Direct activity cost; - Total project costs. 15. Lecture: Monitoring the realization of the project - Launching activities to executors; - Project actualization; - Determination of measures, what-if analysis.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Kuzman, K. idr. Moderno proizvodno inženirstvo. Grafis Trade, Grosuplje, 2010
2. Nof, S. Y. Springer Handbook of Automation, Springer, 2009
3. Schmidt, L, Schlick, C., M., Grosche, J. Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme. Springer, 2008
4. Groover, M. P. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. 2007
5. Boothroyd, G. Assembly Automation and Product Design, Second edition, CRC Press, 2005
6. A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 6th ed., PMI Standards Committee, Project Management Institute, Upper Darby, USA, 2017
7. Meredith R.J., Mantel S.J., Shafer S.M. Project Management: A Managerial Approach, 10th Edition, John Wiley & Sons, Inc., USA, 2017

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilji: 1. Usvojiti koncepte, strukturo in ključne tehnologije proizvodnih procesov in sistemov 2. Usvojiti metode in načine optimiranja proizvodnih podprocesov in podsistemov ter medsebojnih povezav izdelkov, proizvodnih procesov in sistemov 3. Usvojiti moderne koncepte vodenja projektov	Objectives: 1. To acquire the concepts, structure and key technologies of production processes and systems 2. To acquire methods and ways for optimizing production sub-processes and sub-systems, and interconnections of products, production processes and systems 3. To acquire modern project management concepts

4. Spoznati metode in načine izdelave načrta projekta Kompetence: S1-RRP: Sposobnost razumevanja in strukturiranja ključnih tehnologij proizvodnih procesov in sistemov S2-RRP: Sposobnost holističnega pogleda na proizvodne procese in sisteme ter načrtovanja in oblikovanja posameznih ključnih procesov in sistemov ter oblikovanje izdelkov, ki bodo omogočili učinkovito izvajanje proizvodnih procesov S6-RRP: Sposobnost uporabe pridobljenih znanj pri izdelavi načrta projekta P3-RRP: Temeljna usposobljenost na področju strojništva, ki omogoča nadaljevanje na magistrskem študiju P6-RRP: Sposobnost razčlenitve lažjih strokovnih nalog	4. To learn the methods and means of project planning Competencies: S1-RRP: The ability to understand and structure key technologies of production processes and systems S2-RRP: The ability to take a holistic view of production processes and systems, to plan and design individual key processes and systems, and to design products that will enable the efficient execution of production processes S6-RRP: The ability to use the acquired knowledge in the project planning P3-RRP: Having basic engineering competence, which allows him/her to carry on studying on Level 2. P6-RRP: The ability to analyse easier professional tasks

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanja: Z1: Pridobljena znanja uporabi študent za holistično obravnavanje osnovnih proizvodnih procesov in sistemov, za njihovo načrtovanje in oblikovanje v smeri doseganja čim večje učinkovitosti procesov in izkoriščenosti proizvodnih sredstev. Pri tem izhaja iz izdelka. Obenem pridobi študent poglobljeno strokovno teoretično in praktično znanje na področju vodenja projektov, podprto s širšo teoretično in metodološko osnovo. Spretnosti: S1.1 Optimizacija obstoječih ali načrtovanje novih, bolj učinkovitih proizvodnih procesov in sistemov S1.2 Oblikovanje ergonomsko oblikovanih delovnih mest S1.3 Načrtovanje avtomatiziranih in robotiziranih proizvodnih procesov in sistemov S1.4 Izvajanje kompleksnih operativno-	Knowledge: Z1: The student uses the acquired knowledge to holistically address the basic production processes and systems, to plan and design them in order to maximize the efficiency of processes and the utilization of production means. In doing so, he stems from the product. At the same time the student acquires in-depth professional theoretical and practical knowledge in the field of project management, supported by a broader theoretical and methodological basis. Skills: S1.1 Optimization of existing or design of new, more efficient production processes and systems S1.2 Designing ergonomically designed work places S1.3 Planning of automated and robotic manufacturing processes and systems

strokovnih opravil na področju vodenja projektov, ki vključujejo tudi uporabo metodoloških orodij S1.5 Obvladovanje zahtevnih, kompleksnih delovnih procesov ob samostojni uporabi znanja v novih situacijah. S1.6 Diagnosticiranje in reševanje problemov v različnih specifičnih delovnih okoljih, povezanih s področjem izobraževanja in usposabljanja S1.7 Osnova za izvirna dognanja/stvaritve in kritično refleksijo	S1.4 Performing complex operational and professional tasks in the field of project management, including the use of methodological tools S1.5 Mastering difficult, complex work processes while independently using knowledge in new situations. S1.6 Diagnosing and problem solving in various specific work environments related to education and training S1.7 Basis for original findings / creations and critical reflection

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
P1, P2 Avditorna predavanja podprta z interaktivnim prikazom praktičnih primerov P3 Avditorne vaje z reševanjem praktičnih primerov P4 Laboratorijske vaje s timskim reševanjem aplikativnih problemov in uporabo programske opreme ter njihova predstavitev z razpravo. P5 Uporaba študijskega gradiva v e-obliki, skripta in e-verzija predavanj. P6 Interaktivna predavanja	P1, P2 Lectures supported by interactive presentation of practical examples P3 Tutorials solving practical examples P4 Laboratory exercises with team solving of application problems, using software and presenting them with discussion. P5 Use of study material in e-form, lecture notes and e-version of lectures. P6 Interactive lectures

Načini ocenjevanja:	**Delež/ Weight**	**Assessment:**
- Teoretične vsebine (predavanja): Kolokviji, pisni in/ali ustni izpit	50,00 %	- Theoretical contents (lectures): Clloquium, writing and/or oral exam
- Samostojno delo na vajah:	25,00 %	- Individual work in exercises:
- Samostojno delo na laboratorijskih vajah (vključno s poročili):	25,00 %	- Individual laboratory work (including reports):

Reference nosilca/Lecturer's references:

Niko Herakovič:

1. **HERAKOVIČ, Niko**. Računalniški in strojni vid v robotizirani montaži = Computer and machine vision in robot-based assembly. *Strojniški vestnik*, ISSN 0039-2480, 2007, letn. 53, št. 12, str. 858-873. [COBISS.SI-ID 10378267]

2. DEBEVEC, Mihael, **HERAKOVIČ, Niko**. Management of resources in small and medium-sized production enterprises. *Iranian journal of science and technology. Transaction B, Technology*. 2010, vol. 34, no. b5, str. 509-520. ISSN 1028-6284. [COBISS.SI-ID 11670555], [JCR, SNIP, WoS, Scopus]
3. ŠIMIC, Marko, **HERAKOVIČ, Niko**. Experimental analysis of tribological behaviour of advanced composite spools used in commercial pneumatic spool valves. *Tribology international*, ISSN 0301-679X. [Print ed.], May 2016, vol. 97, str. 151-162, ilustr., doi: 10.1016/j.triboint.2016.01.012. [COBISS.SI-ID 14459675]
4. ZUPAN, Hugo, **HERAKOVIČ, Niko**. Production line balancing with discrete event simulation: : a case study. V: *INCOM 2015*, 15th IFAC/IEEE/IFIP/IFORS Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Ottawa, Canada, May 11-13, 2015. [Ottawa]: IFAC. 2015, f. 2373-2379, ilustr. [COBISS.SI-ID 13988123]
5. PIPAN, Miha, ADROVIĆ, Edo, DEBEVEC, Mihael, **HERAKOVIČ, Niko**. *Razvoj pasivnega prijemala za pobiranje in vstavljane ležajev v brizgalno orodje : poročilo o rezultatih raziskovalno razvojnega dela na projektu*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko, 2013. 18 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 13033755]

Tomaž Berlec:

1. MARC, Ivan, KUŠAR, Janez, **BERLEC, Tomaž**. *Decision-making techniques of the consumer behaviour optimisation of the product own price.* Applied sciences. 2022, vol. 12, iss. 4, str. 1-14, ilustr. ISSN 2076-3417. https://www.mdpi.com/2076-3417/12/4/2176, DOI: 10.3390/app12042176. [COBISS.SI-ID 99620867], [JCR, SNIP, WoS do 26. 10. 2022: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0,33, Scopus do 16. 7. 2022: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0,33]
2. JORDAN, Eva, **BERLEC, Tomaž**, RIHAR, Lidija, KUŠAR, Janez. *Simulation of cost driven value stream mapping.* International journal of simulation modelling. Sep. 2020, vol. 19, no. 3, str. 458-469, ilustr. ISSN 1726-4529. http://www.ijsimm.com/Full_Papers/Fulltext2020/text19-3_527.pdf, DOI: 10.2507/IJSIMM19-3-527. [COBISS.SI-ID 27881731], [JCR, SNIP, WoS do 26. 10. 2022: št. citatov (TC): 6, čistih citatov (CI): 4, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1,00, Scopus do 16. 6. 2022: št. citatov (TC): 7, čistih citatov (CI): 5, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1,25]
3. ŽUŽEK, Tena, RIHAR, Lidija, **BERLEC, Tomaž**, KUŠAR, Janez. *Standard project risk analysis approach.* Business systems research journal : international journal of the Society for Promotion of Business Information Technology (BIT). 2020, vol. 11, no. 2, str. 149-158, ilustr. ISSN 1847-8344. http://www.bsrjournal.org/vol-11-no-2.html, DOI: 10.2478/bsrj-2020-0021. [COBISS.SI-ID 32720643], [SNIP, WoS, Scopus do 11. 1. 2023: št. citatov (TC): 2, čistih citatov (CI): 2, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0,50]
4. ŽUŽEK, Tena, KUŠAR, Janez, **BERLEC, Tomaž**. *Guidelines for agile concurrent product development in SMEs*. V: DROBNE, Samo (ur.), et al. SOR '21 proceedings : the 16th International Symposium on Operational Research in Slovenia : September 22 - 24, 2021, online. Ljubljana: Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research, 2021. Str. 233-238, ilustr. ISBN

978-961-6165-57-0. [COBISS.SI-ID 83774467]

5. VIDMAR, Matej, **BERLEC, Tomaž**, KUŠAR, Janez. *Prenova projektnega informacijskega sistema podjetja.* Projektna mreža Slovenije : revija Slovenskega združenja za projektni management. [Tiskana izd.]. okt. 2018, letn. 21, št. 2, str. 19-33, 35, ilustr. ISSN 1580-0229. [COBISS.SI-ID 16304155]