

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Tehnologije v proizvodnji 1
<b>Course title:</b>	Technologies in production 1
<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:** 0562663

**Koda učne enote na članici/UL Member course code:** 3008-V

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		45			35	5

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Franci Pušavec, Joško Valentinčič

**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):**

<ol style="list-style-type: none"> <li>Umestitev odrezavanja: <ul style="list-style-type: none"> <li>splošno o drezavanju,</li> <li>umestitev v obdelovalne procese,</li> <li>koncept odrezavanja z definirano/nedefinirano geometrijo.</li> </ul> </li> <li>Enorezilni postopki: <ul style="list-style-type: none"> <li>osnove enorezilnih postopkov,</li> <li>struženje,</li> <li>pehanje.</li> </ul> </li> <li>Večrezilni postopki: <ul style="list-style-type: none"> <li>osnove večrezilnih postopkov,</li> </ul> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Placement of machining processes: <ul style="list-style-type: none"> <li>general about machining,</li> <li>placement in manufacturing processes,</li> <li>concept of cutting with defined / undefined geometry.</li> </ul> </li> <li>Single edge machining operations: <ul style="list-style-type: none"> <li>basics of single-cutting-edge processes,</li> <li>turning,</li> <li>planing.</li> </ul> </li> <li>Multi-cutting edge processes: <ul style="list-style-type: none"> <li>basics of multiple cutting edge procedures,</li> </ul> </li> </ol>
--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>- frezanje,</li> <li>- žaganje.</li> </ul> <p>4. Posebni večrezilni postopki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vrtanje,</li> <li>- tvorba in odnašanje odrezkov,</li> <li>- povrtavanj, posnemanje.</li> </ul> <p>5. Naknadne končne obdelave:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fine obdelave,</li> <li>- koncepti brušenja,</li> <li>- poliranje.</li> </ul> <p>6. Lastnosti rezalnih orodij:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rezalna orodja,</li> <li>- materiali in geometrije,</li> <li>- držala, lomilci, vpetja.</li> </ul> <p>7. Vpliv rezalnih parametrov na odrezavanje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rezalni parametri,</li> <li>- določevanje poti orodij,</li> <li>- izračuni časov in produktivnosti prototipiranja.</li> </ul> <p>8. Ekonomika odrezavanja in nekonvencionalnih tehnologij:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ključni elementi inženirske ekonomike za tehnologije v proizvodnji,</li> <li>- inženirska ekonomika,</li> <li>- vpliv procesa in velikosti serij.</li> </ul> <p>9. Uvod v nekonvencionalne tehnologije v proizvodnji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- načrtovanje izdelave in opredelitev pojmov,</li> <li>- primerjava procesov odrezavanja in odnašanja,</li> <li>- delitev postopkov odnašanja materiala glede na energijo in njihova primerjava.</li> </ul> <p>10. Elektrotermični postopki odnašanja materiala:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- potopna elektroerozija, žična elektroerozija.</li> </ul> <p>11. Elektrotermični postopeki odnašanja materiala:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- plazemsko rezanje,</li> <li>- mehanski postopki odnašanja materiala: rezanje z vodnim curkom.</li> </ul> <p>12. Mehanski postopki odnašanja materiala:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rezanje z abrazivnim vodnim curkom, obdelava z abrazivnim tokom in ultrazvočna obdelava.</li> </ul> <p>13. Mehanski postopki odnašanja materiala:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ultrazvočna obdelava, peskanje, peskanje</li> <li>- termični postopki odnašanja materiala: lasersko rezanje, plamensko rezanje,</li> <li>- kemijski in elektrokemijski postopki odnašanja materiala.</li> </ul> <p>14. Dimenzijske meritve:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- koncept dimenzijskih meritev,</li> <li>- delavniška merilna sredstva,</li> <li>- merilne kladice,</li> <li>- merjenje dolžin, kotov, premerov.</li> </ul> <p>15. Dimenzijske meritve med izdelavo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- koncepti,</li> <li>- prednosti,</li> <li>- primeri iz prakse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- milling,</li> <li>- sawin.</li> </ul> <p>4. Specific of multi-cutting edge procedures:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- drilling,</li> <li>- the formation and removal of chips,</li> <li>- reaming, broaching.</li> </ul> <p>5. Post-processing – finishig operations:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fine processing,</li> <li>- grinding concepts,</li> <li>- polishing.</li> </ul> <p>6. Properties of cutting tools:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cutting tools,</li> <li>- materials and geometries,</li> <li>- holders, breakers, clamps.</li> </ul> <p>7. Impact of cutting parameters on process:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cutting parameters,</li> <li>- determining cutting tool paths,</li> <li>- calculation of cycle times and productivity of prototyping.</li> </ul> <p>8. The economics of machining and non-conventional technologies:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- key elements of engineering economics of technologies in production,</li> <li>- engineering economics,</li> <li>- the impact of process and batch size.</li> </ul> <p>9. Introduction to non-conventional machining technologies:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- production design and terminology,</li> <li>- comparison of traditional cutting processes and non-traditional material removal processes,</li> <li>- classification of non-conventional machining processes according to the energy used in material removal, brief comparison,</li> </ul> <p>10. Electro-thermal material removal processes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die-sinking EDM, wire EDM.</li> </ul> <p>11. Electro-thermal material removal processes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- plasma cutting,</li> <li>- mechanical material removal processes: water jet machining.</li> </ul> <p>12. Mechanical removal processes for materials:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abrasive water jet machining, abrasive flow machining and ultrasonic machining process.</li> </ul> <p>13. Mechanical material removal processes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ultrasonic machining, sand blasting,</li> <li>- thermal removal processes: laser cutting, plasma cutting,</li> <li>- chemical and electrochemical material removal processes.</li> </ul> <p>14. Dimensional measurements:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the concept of dimensional measurements,</li> <li>- measuring equipment used in a workshop,</li> <li>- gauge blocks,</li> <li>- measurement of lengths, angles, diameters.</li> </ul> <p>15. On-machine measurements:</p>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- concepts,</li> <li>- advantages,</li> <li>- practical examples.</li> </ul>
--	---

### Temeljna literatura in viri/Readings:

J. Kopač: Odrezavanje – Teoretične osnove in tehnološki napotki, 2008, Ljubljana.

F. Klocke: Manufacturing Processes 1. Springer-Verlag Berlin, 2011

F. Pušavec, J. Kopač: Sustainability of modern metal cutting processes: assessment of cryogenic machining. Ljubljana, 2012

G. Globočki-Lakić, D. Kramar, J. Kopač: Metal cutting: theory and applications. Banja Luka, Ljubljana, 2014  
Janez Kopač, Mirko Soković: Tehnika odrezovanja. Ljubljana, 1993

J. Valentinčič idr.: Alternativne tehnologije, učbenik za tretji letnik visokošolskega strokovnega študijskega programa I. stopnje, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2012.

M.P. Groover: Fundamentals of Modern Manufacturing – Materials, Processes, and Systems, 4th edition, John Wiley and Sons, 2010.

K. Kuzman idr.: Moderno proizvodno inženirstvo, Grafis trade, Grosuplje, 2010.

### Cilji in kompetence:

#### Cilji:

Spoznati različne principe odnašanja materiala in karakteristik obravnavanih tehnologij v proizvodnji.

Znati izbrati primerne obdelovalne postopke in jih umestiti v proizvodni proces.

Znati uporabljati delavniške merilne pripomočke in sisteme za izvajanje meritev na obdelovalnih strojih.

Samostojno branje tujih strokovnih tekstov in predstavljanje dognanj.

#### Kompetence:

S5-PAP, P1-PAP, P3-PAP: Razumevanje fizikalnih zakonov proizvodnih tehnologij.

S1-PAP, S2-PAP, P1-PAP, P8-PAP: Sposobnost izbire primernih obdelovalnih postopkov za dani izdelek in njegova umestitev v proizvodni proces.

S1-PAP, P3-PAP, P4-PAP: Sposobnost preverjanja dimenzij obdelovancev.

S10-PAP, S13-PAP, S14-PAP: Razumevanje tujih strokovnih tekstov in zapisovanje dognanj.

### Objectives and competences:

#### Objectives:

To learn the principles of material removal and technologies used in production.

Being able to select suitable machining processes and integrate them in the process chains.

Being able to use workshop measuring equipment and systems to perform measurements on machine tools.

Independent reading of foreign professional texts and presentation of findings.

#### Competences:

S5-PAP, P1-PAP, P3-PAP: Understanding the physical laws of production technologies.

S1-PAP, S2-PAP, P1-PAP, P8-PAP: Ability to select suitable machining processes for a given product and place it in the production process.

S1-PAP, P3-PAP, P4-PAP: Ability to check workpiece dimensions.

S10-PAP, S13-PAP, S14-PAP: Understanding foreign professional texts and recording knowledge.

### Predvideni študijski rezultati:

#### Znanja:

Poglobljeno strokovno teoretično in praktično znanje na področju proizvodnih tehnologij, podprto s širšo

### Intended learning outcomes:

#### Knowledge:

In-depth professional theoretical and practical knowledge in the field of production technologies,

<p>teoretično in metodološko osnovo.</p> <p>Spretnosti:</p> <p>S1.1 Izvajanje kompleksnih operativno-strokovnih opravil, ki vključujejo tudi uporabo metodoloških orodij.</p> <p>S1.4 Osnova za izvirna dognanja/ stvaritve in kritično refleksijo.</p>	<p>supported by a broader theoretical and methodological basis.</p> <p>Skills:</p> <p>S1.1 Perform complex operational and professional tasks that also involve the use of methodological tools.</p> <p>S1.4 Basis for original findings / creations and critical reflection.</p>
---	---

#### Metode poučevanja in učenja:

#### Learning and teaching methods:

<p>P1 Avditorna predavanja z reševanjem izbranih - za področje značilnih - teoretičnih in praktično uporabnih primerov.</p> <p>P2 Obravnava snovi po urejeni in vnaprej razloženi sistematiki.</p> <p>P3 Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z računskimi primeri.</p> <p>P6 Interaktivna predavanja</p> <p>P7 Študij literature in razprava</p> <p>P8 Izdelava in predstavitev aplikativnih seminarskih nalog</p> <p>P10 Uporaba anket v realnem času</p> <p>P15 Uporaba video vsebin kot priprava na predavanja in vaje</p>	<p>P1 Lectures by solving selected - for the area of typical - theoretical and practical examples.</p> <p>P2 Treatment of the substance according to an orderly and pre-explained systematics.</p> <p>P3 Practical classes where theoretical knowledge of lectures is supported by computational examples.</p> <p>P6 Interactive Lectures</p> <p>P7 Literature studies and discussion</p> <p>P8 Design and presentation of applied seminar work</p> <p>P10 Use real-time surveys</p> <p>P15 Use video content to prepare for lectures and tutorials</p>
--	---

#### Načini ocenjevanja:

#### Delež/Weight

#### Assessment:

- Teoretične vsebine (predavanja)	50,00 %	- Theoretical content (lectures)
- Delo na laboratorijskih vajah (vključno s poročili)	20,00 %	- Laboratory work (including reports)
- Seminar	30,00 %	- Seminar

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

Franci Pušavec:

**PUŠAVEC, Franci**, KRAJNIK, Peter, KOPAČ, Janez. Transitioning to sustainable production. Part 1, Application on machining technologies. Journal of cleaner production, ISSN 0959-6526. [Print ed.], Jan. 2010, vol. 18, iss. 2, str. 174-184, ilustr., doi: 10.1016/j.jclepro.2009.08.010. [COBISS.SI-ID 11150619], [JCR, SNIP, WoS do 22. 9. 2019: št. citatov (TC): 229, čistih citatov (CI): 216, čistih citatov na avtorja (CIAu): 72.00, Scopus do 24. 9. 2019: št. citatov (TC): 272, čistih citatov (CI): 256, čistih citatov na avtorja (CIAu): 85.33] kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: Scopus (d), SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 44.12, št. avtorjev: 3

**PUŠAVEC, Franci**, KRAMAR, Davorin, KRAJNIK, Peter, KOPAČ, Janez. Transitioning to sustainable production. Part 2, Evaluation of sustainable machining technologies. Journal of cleaner production, ISSN 0959-6526. [Print ed.], Aug. 2010, vol. 18, iss. 12, str. 1211-1221, ilustr., doi: 10.1016/j.jclepro.2010.01.015. [COBISS.SI-ID 11299355], [JCR, SNIP, WoS do 22. 9. 2019: št. citatov (TC): 142, čistih citatov (CI): 134, čistih citatov na avtorja (CIAu): 33.50, Scopus do 24. 9. 2019: št. citatov (TC): 180, čistih citatov (CI): 169, čistih citatov na avtorja (CIAu): 42.25] kategorija: 1A1 (Z,

A'', A', A1/2); uvrstitev: Scopus (d), SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 33.09, št. avtorjev: 4

HAMADE, R.F., MANTHRI, S.P., **PUŠAVEC, Franci**, ZACNY, K.A., TAYLOR, L.A., DILLON, O.W., ROUCH, K., JAWAHIR, I.S. Compact core drilling in basalt rock using rectangular PCD tool inserts : wear characteristics and cutting forces. Journal of materials processing technology, ISSN 0924-0136. [Print ed.], Jul. 2010, vol. 210, iss. 10, str. 1326-1339, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2010.03.023. [COBISS.SI-ID 11347483], [JCR, SNIP, WoS do 22. 9. 2019: št. citatov (TC): 13, čistih citatov (CI): 12, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1.50, Scopus do 24. 9. 2019: št. citatov (TC): 19, čistih citatov (CI): 18, čistih citatov na avtorja (CIAu): 2.25] kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 14.02, št. avtorjev: 8

**PUŠAVEC, Franci**, KRAJNIK, Peter, KOPAČ, Janez. Odrezovanje mehkih materialov z velikimi hitrostmi = High-speed cutting of soft materials. Strojniški vestnik, ISSN 0039-2480, 2006, letn. 52, št. 11, str. 706-722. [COBISS.SI-ID 9777435], [JCR, SNIP, WoS do 7. 10. 2014: št. citatov (TC): 5, čistih citatov (CI): 4, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1.33, Scopus do 19. 9. 2017: št. citatov (TC): 7, čistih citatov (CI): 5, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1.67] kategorija: 1A4 (Z); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 15.45, št. avtorjev: 3

KOPAČ, Janez, **PUŠAVEC, Franci**. Hystory and state of the art of production technologies in Slovenia. V: BLEICHER, Friedrich. Adaptive and smart manufacturing. Bd. 3. Wien: New academic press. 2016, str. 215-220, ilustr. [COBISS.SI-ID 14903835] kategorija: 4C (Z); tip dela je verificiral OSICT točke: 12.5, št. avtorjev: 2

Joško Valentinčič:

**VALENTINČIČ, Joško**, PEROŠA, Matej, JERMAN, Marko, SABOTIN, Izidor, LEBAR, Andrej. Low cost printer for DLP stereolithography. Strojniški vestnik, ISSN 0039-2480, Oct. 2017, vol. 63, no. 10, str. 559-566.

JERMAN, Marko, **VALENTINČIČ, Joško**, LEBAR, Andrej, ORBANIČ, Henri. The study of abrasive water jet cutting front development using a two-dimensional cellular automata model. Strojniški vestnik, ISSN 0039-2480, May 2015, vol. 61, no. 5, str. 292-302.

**VALENTINČIČ, Joško**, BRISSAUD, Daniel, JUNKAR, Mihael. A novel approach to DFM in toolmaking : a case study. International journal of computer integrated manufacturing, ISSN 0951-192X. [Print ed.], 2007, letn. 20, št. 1, str. 28-38.

BLATNIK, Oki, **VALENTINČIČ, Joško**, JUNKAR, Mihael. Percentage of harmful discharges for surface current density monitoring in electrical discharge machining process. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part B, Journal of engineering manufacture, ISSN 0954-4054, 2007, letn. 221, št. 12, str. 1677-1684.

**VALENTINČIČ, Joško**, JUNKAR, Mihael. Detection of the eroding surface in the EDM process based on the current signal in the gap. The international journal of advanced manufacturing technology, ISSN 0268-3768, 2006, vol. 28, no. 3/4, str. 294-301.