

# TEHNOLOGIJE V PROIZVODNJI 1

## 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                        |

| <b>Študijski programi in stopnja</b>  | <b>Študijska smer</b>           | <b>Letnik</b> | <b>Semestri</b> | <b>Izbirnost</b> |
|---|---------------------------------|---------------|-----------------|------------------|
| Strojništvo - projektno aplikativni program, prva stopnja, visokošolski strokovni (od študijskega leta 2025/2026 dalje) | Ni členitve (študijski program) | 1. letnik     | 2. semester     | obvezni          |

|  |         |
|--|---------|
| <b>Univerzitetna koda predmeta/University course code:</b> | 0562663 |
| <b>Koda učne enote na članici/UL Member course code:</b>   | 3008-V  |

| <b>Predavanja<br/>/Lectures</b> | <b>Seminar<br/>/Seminar</b> | <b>Vaje<br/>/Tutorials</b> | <b>Klinične vaje<br/>/Clinical tutorials</b> | <b>Druge oblike študija<br/>/Other forms of study</b> | <b>Samostojno delo<br/>/Individual student work</b> | <b>ECTS</b> |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--|---|---|-------------|
| 45                              |                             | 45                         |  |   | 35  | 5           |

|                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Nosilec predmeta/Lecturer:</b> | Franci Pušavec, Joško Valentinčič |
|-----------------------------------|-----------------------------------|

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Izvajalci predavanj:</b>     |  |
| <b>Izvajalci seminarjev:</b>    |  |
| <b>Izvajalci vaj:</b>           |  |
| <b>Izvajalci kliničnih vaj:</b> |  |
| <b>Izvajalci drugih oblik:</b>  |  |

**Izvajalci praktičnega usposabljanja:**

|  |
|--|
|  |
|--|

**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. Razčlenitev proizvodnih procesov, ter umestitev odrezavalnih procesov:
  1. splošno odrezavanje,
  2. umestitev v obdelovalne procese,
  3. koncept odrezavanja z definirano/nedefinirano geometrijo.
2. Enorezilni in večrezilni postopki:
  1. osnove enorezilnih postopkov,
  2. osnove večrezilnih postopkov,
  3. predstavitev procesov.
3. Posebni večrezilni postopki:
  1. vrtanje,
  2. tvorba in odnašanje odrezkov,
  3. povrtavanje, posnemanje.
4. Naknadne končne obdelave:
  1. fine obdelave,
  2. koncepti brušenja,
  3. poliranje.
5. Vpliv rezalnih parametrov na odrezavanje:
  1. rezalni parametri,
  2. rezalni materiali in določevanje poti orodij,
  3. izračuni časov in produktivnosti.
6. Produktivnost in ekonomika odrezovalnih procesov:
  1. ključni elementi inženirske ekonomike za tehnologije v

1. Breakdown of the production processes, and the location of the machining processes:
  1. general trimming
  2. placement in machining processes
  3. the concept of cutting with defined/undefined geometry.
2. Single and multi-cutting edge processes:
  1. basics of single-cutting edge processes
  2. basics of multi-cutting edge operations
  3. demonstration of the processes
3. Special multi-cutting edge processes:
  1. drilling,
  2. chip formation and chip removal,
  3. re-drilling, chamfering.
4. Subsequent finishing:
  1. fine finishing,
  2. grinding concepts,
  3. polishing.
5. Influence of cutting parameters on deburring:
  1. machining parameters,
  2. cutting materials and toolpath determination,
  3. time and productivity calculations.
6. Productivity and economics of cutting

|  |  |
|--|--|
| <p>proizvodnji,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. produktivnost in energetska učinkovitost,</li> <li>3. vpliv procesa in velikosti serij.</li> </ol> <p>7. Ključni elementi trajnostnega razvoja v odrezovalnih procesih:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ne-trajnostni elementi,</li> <li>2. optimizacije procesov v luči trajnostnega razvoja,</li> <li>3. prehod na odrezovalne procese brez odpadkov oz. vidiki za doseganje čistih procesov.</li> </ol> <p>8. Moderni alternativni procesi odrezavanja v luči zelenosti tehnologij</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. funkcionalne primerjave,</li> <li>2. ekonomske primerjave,</li> <li>3. varnost delovnega okolja.</li> </ol> <p>9. Nekonvencionalne tehnologije v proizvodnji:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. delitev postopkov odnašanja materiala glede na energijo in njihova primerjava,</li> <li>2. elektrotermični postopki odnašanja materiala,</li> <li>3. elektroerozijski postopki.</li> </ol> <p>10. Elektrotermični postopki odnašanja materiala:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. potopna elektroerozija, žična elektroerozija,</li> <li>2. plazemsko rezanje.</li> </ol> <p>11. Mehanski postopki odnašanja materiala:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. rezanje z vodnim curkom,</li> <li>2. rezanje z abrazivnim vodnim curkom,</li> <li>3. obdelava z abrazivnim tokom, ultrazvočna obdelava,</li> <li>4. peskanje.</li> </ol> <p>12. Termični postopki odnašanja materiala:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. lasersko rezanje,</li> <li>2. plamensko rezanje,</li> <li>3. kemijski in elektrokemijski postopki odnašanja materiala.</li> </ol> <p>13. Dimenzijske meritve:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. koncept dimenzijskih meritev,</li> <li>2. delavniška merilna sredstva,</li> <li>3. merilne kladice,</li> <li>4. merjenje dolžin, kotov, premerov.</li> </ol> <p>14. Uvod v zeleno proizvodnjo</p> | <p>processes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. key elements of engineering economics for manufacturing technologies,</li> <li>2. productivity and energy efficiency,</li> <li>3. impact of process and batch sizes.</li> </ol> <p>7. Key elements of sustainability in cutting processes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. non-sustainability elements,</li> <li>2. process optimisation in the light of sustainable development,</li> <li>3. transition to zero-waste machining processes or aspects for achieving clean processes.</li> </ol> <p>8. Modern alternative machining processes in the light of green technologies</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. functional comparisons,</li> <li>2. economic comparisons,</li> <li>3. safety of the working environment.</li> </ol> <p>9. Unconventional technologies in production:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. energy-based division of material removal processes and their comparison,</li> <li>2. electrothermal material removal processes, electro-erosion processes.</li> </ol> <p>10. Electro-thermal material removal processes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. die-sinking EDM, wire EDM,</li> <li>2. plasma cutting.</li> </ol> <p>11. Mechanical material removal processes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. water jet cutting,</li> <li>2. abrasive water jet cutting,</li> <li>3. abrasive blast machining, ultrasonic machining,</li> <li>4. blasting.</li> </ol> <p>12. Thermal removal processes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. laser cutting,</li> <li>2. flame cutting.</li> <li>3. chemical and electrochemical material removal processes.</li> </ol> <p>13. Dimensional measurements:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. concept of dimensional measurements,</li> <li>2. workshop measuring tools,</li> <li>3. measuring pulleys,</li> <li>4. measurement of lengths, angles,</li> </ol> |
|--|--|

|   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. pomen za trajnostni razvoj,</li> <li>2. koncepti in načela zelene proizvodnje,</li> <li>3. okoljski izzivi povezani s proizvodnimi procesi,</li> <li>4. strategije in prakse zmanjšanja porabe virov in nastajanja odpadkov,</li> <li>5. pomen vključevanja deležnikov in sodelovanja pri iniciativah zelene proizvodnje,</li> <li>6. primeri uspešne implementacije tehnik zelene proizvodnje.</li> </ol> <p>15. Uvajanje praks zelene proizvodnje</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. tehnike zelene proizvodnje, vključno z vitko proizvodnjo, energijsko učinkovitimi procesi in strategijami za zmanjšanje odpadkov,</li> <li>2. zelene dobavne verige in njihov vpliv na trajnost,</li> <li>3. oceno življenjskega cikla (LCA) in uporaba pri ocenjevanju okoljskih vplivov,</li> <li>4. izzivi in ovire pri sprejemanju praks zelene proizvodnje ter možne rešitve.</li> </ol> | <p>diameters.</p> <p>14. Introduction to green manufacturing</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. relevance for sustainable development,</li> <li>2. concepts and principles of green manufacturing,</li> <li>3. environmental challenges associated with manufacturing processes,</li> <li>4. Strategies and practices to reduce resource consumption and waste,</li> <li>5. the importance of stakeholder involvement and participation in green manufacturing initiatives,</li> <li>6. examples of successful implementation of green manufacturing techniques.</li> </ol> <p>15. Implementing green manufacturing practices</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. green manufacturing techniques, including lean manufacturing, energy efficient processes and waste reduction strategies,</li> <li>2. green supply chains and their impact on sustainability,</li> <li>3. Life Cycle Assessment (LCA) and its application in environmental impact assessment,</li> <li>4. challenges and barriers to the adoption of green manufacturing practices and possible solutions.</li> </ol> |
|---|---|

### Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J. Valentinčič idr.: Alternativne tehnologije, učbenik za tretji letnik visokošolskega strokovnega študijskega programa I. stopnje, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2012. [COBISS.SI-ID [264698624](#)]
2. K. Kuzman idr.: Moderno proizvodno inženirstvo, Grafis trade, Grosuplje, 2010. [COBISS.SI-ID [244690944](#)]
3. J. Kopač, Odrezavanje: teoretične osnove in tehnološki napotki. Ljubljana [i. e.] Domžale: [samozal.] J. Kopač, 2008, str. 264. ISBN 978-961-245-583-5, [COBISS.SI-ID [241209856](#)]
4. G. Globočki-Lakić, D. Kramar, in J. Kopač, Metal cutting: theory and applications. Banja Luka; Ljubljana: Faculty of Mechanical Engineering; Faculty of Mechanical Engineering, 2014, str. XIII, 221. ISBN 978-99938-39-49-1, [COBISS.SI-ID [277173760](#)]
5. F. Pušavec in J. Kopač, Trajnostni razvoj obdelovalnih procesov = Sustainable development of manufacturing processes. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2010, str. 1 zv. [COBISS.SI-ID [11388187](#)]
6. H. Muren, Odrezavanje in odnašanje: 388 slik, 138 razpredelnic, 1. natis. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1995, str. IX, 639. ISBN 86-7217-117-9,

[COBISS.SI-ID [50564352](#)]

7. F. Čuš, Visokohitrostno rezanje in posebni postopki obdelav, 1. nat. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2004, str. 338. ISBN 86-435-0639-7, [COBISS.SI-ID [53430785](#)]
8. E. Oberg, Machinery's handbook : [toolbox edition & CD], 27. izdaja, New York : Industrial Press, 2004, [COBISS.SI-ID 7519515]
9. K.H. Grote, E.K. Antonsson,.Springer handbook of mechanical engineering [e-knjiga], New York : Springer, cop. 2009, [COBISS.SI-ID 1541340895]  
<https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-540-30738-9>
10. S. Li: Mechanical Engineering and Green Manufacturing, [e-knjiga], Trans Tech Publications, 20  
<https://web.p.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh3d19fNTAzNT EwX19BTg2?sid=578e27e1-3e50-449d-ba2b-136f4149b5b9@redis&vid=0&format=EB&rid=1>

### **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.

Dati študentu širši in multidisciplinarni pogled na obravnavano tematiko, predvsem v smislu iskanja trajnostnih in okolju prijaznih rešitev.

#### **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.

Give the student a wider and multidisciplinary overview of the specific R&D problem, especially in terms of finding sustainable and environmentally friendly solutions.

#### **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

|   |   |
|---|---|
| <p>S12-PAP: Sposobnost uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije.</p> <p>P5-PAP: Pozna glavne okoljske omejitve in probleme.</p> <p>P7-PAP: Pozna nekatera potrebna programska orodja za računalniško obdelavo podatkov.</p> | <p>and recording knowledge.</p> <p>S12-PAP: The ability to use information and communications technology.</p> <p>P5-PAP: Knowing the main environmental restrictions and problems.</p> <p>P7-PAP: Knowing some software tools necessary for computer data processing.</p> |
|---|---|

### **Predvideni študijski rezultati:**

### **Intended learning outcomes:**

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Znanja:</b></p> <p>Poglobljeno strokovno teoretično in praktično znanje na področju proizvodnih tehnologij, podprto s širšo teoretično in metodološko osnovo.</p> <p>Pri tem bo poseben poudarek namenjen poznavanju vsebin s področja trajnostne/zelene transformacije družbe in ustreznim digitalnim opolnomočenjem na strokovnem področju predmeta.</p> <p><b>Spretnosti:</b></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>S1.11 Sprejemanje kompleksnosti in trajnosti v smislu systemskega razmišljanja in reševanja problemov.</p> <p>S1.12 Načrtovanje trajnostne prihodnosti z upoštevanjem prilagodljivosti za prihajajoče izzive.</p> | <p><b>Knowledge:</b></p> <p>In-depth professional theoretical and practical knowledge in the field of production technologies, supported by a broader theoretical and methodological basis.</p> <p>In this context, particular emphasis will be placed on subject knowledge in the area of sustainable/green transformation of society and appropriate digital empowerment in the subject area.</p> <p><b>Skills:</b></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> <p>S1.11 Acceptance of complexity and sustainability in terms of systemic thinking and problem solving.</p> <p>S1.12 Planning of a sustainable future by considering flexibility for upcoming challenges.</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>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</p> |
|---|--|

|  |  |
|--|--|
| P6 Interaktivna predavanja   | computational examples.  |
| P7 Študij literature in razprava   | P6 Interactive Lectures  |
| P8 Izdelava in predstavitev aplikativnih seminarских nalog   | P7 Literature studies and discussion   |
| P10 Uporaba anket v realnem času   | P8 Design and presentation of applied seminar work                                     |
| P15 Uporaba video vsebin kot priprava na predavanja in vaje  | P10 Use real-time surveys  |
| P19 Uporaba IKT orodij in tehnologije za povečanje interakcije med predavateljem/asistentom in študenti. | P15 Use video content to prepare for lectures and tutorials                            |
|  | P19 Usage of ICT tools and technology for enhancement of lecturer-student interaction. |

### 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                             |

### 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:

#### Franci Pušavec:

1. DUGAR, Jaka, IKRAM, Awais, **PUŠAVEC, Franci**. Evaluation of chip formation mechanisms in the turning of sintered ZnO electro-ceramics. Processes. [Online ed.]. 2021, vol. 9, iss. 8, str. 1-20, ilustr. ISSN 2227-9717. <https://www.mdpi.com/2227-9717/9/8/1422>, <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=132409>, DOI: 10.3390/pr9081422. [COBISS.SI-ID [80316675](#)],
2. HRIBERŠEK, Matija, BERUS, Lucijano, PUŠAVEC, Franci, KLANČNIK, Simon. Empirical modeling of liquefied nitrogen cooling impact during machining Inconel 718. Applied sciences. May 2020, vol. 10, iss. 10, str. 1-16, ilustr. ISSN 2076-3417. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=133392>, <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=81068>, DOI: 10.3390/app10103603. [COBISS.SI-ID [16781315](#)]
3. **PUŠAVEC, Franci**, STERLE, Luka, KALIN, Mitjan, MALLIPEDDI, Dinesh, KRAJNIK, Peter. Tribology of solid-lubricated liquid carbon dioxide assisted machining. CIRP annals. 2020, vol. 69, iss. 1, str. 69-72, ilustr. ISSN 0007-8506. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000785062030055X?via%3Dihub>, <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=126437>, DOI: 10.1016/j.cirp.2020.04.03 [COBISS.SI-ID [15739395](#)]

4. GRČAR, Jernej, **PUŠAVEC, Franci**. Prepoznavanje prostorske obrabe rezalnih orodij s 3D skeniranjem. V: SLOTRIB 2022 : Posvetovanje o tribologiji, mazivih in zelenih tehnologijah, 7. junij 2022, Portorož. [Ljubljana]: Slovensko društvo za tribologijo, 2022. Str. 1-7, ilustr. [COBISS.SI-ID [111508483](#)]
5. DROBNIČ, Matej, **PUŠAVEC, Franci**, ČEKADA, Miha. Liquid LCO2 assisted machining of martensitic stainless steel with TiAlSiN PVD coated tools. V: HABRAKEN, Anne Marie (ur.). 24th International Conference on Material Forming, Liège, Belgium, 14 - 16 April, 2021 : ESAFORM 2021. 24th International Conference on Material Forming, Liège, Belgium, 14 - 16 April, 2021. Liège: AIM. 2021, str. 1-9, ilustr.  
<https://popups.uliege.be/esaform21/index.php?id=4246>, DOI: 10.25518/esaform21.4246. [COBISS.SI-ID [65319939](#)]

### **Joško Valentinčič:**

1. **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. [COBISS.SI-ID [15707675](#)]
2. JERMAN, Marko, **VALENTINČIČ, Joško**, LEBAR, Andrej, ORBANIĆ, 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. 292-30 [COBISS.SI-ID [13974043](#)]
3. TRISTO, Gianluca, BISSACCO, Giuliano, LEBAR, Andrej, **VALENTINČIČ, Joško**. Real time power consumption monitoring for energy efficiency analysis in micro EDM milling. *International journal of advanced manufacturing technology*, ISSN 0268-3768, Jun. 2015, vol. 78, iss. 9, str. 1511-1521 [COBISS.SI-ID [13851931](#)]
4. GOTOVAC, Gorazd, DETELA, Andrej, LAMPIČ, Gorazd, **VALENTINČIČ, Joško**. Analytical and FEM approach to reduce the cogging torque in in-wheel motors. *Electrical engineering*, ISSN 0948-7921. [Print ed.], Apr. 2015, vol. 97, str. 269-275 [COBISS.SI-ID [13945371](#)]
5. SABOTIN, Izidor, JERMAN, Marko, LEBAR, Andrej, DREŠAR, Pavel, **VALENTINČIČ, Joško**. Numerical simulation of a micromixer combining modified tesla and rectangular obstacle geometry. *Research and Science Today*, ISSN 2247-4455, 2017, vol. 14, no. 2, str. 188-196. [COBISS.SI-ID [16091931](#)]