

# PROCESI ODREZAVANJA

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	PROCESI ODREZAVANJA
<b>Course title:</b>	MACHINING PROCESSES
<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, tretja stopnja, doktorski	Proizvodno inženirske znanosti, kibernetika in mehatronika (smer)	1. letnik, 2. letnik	Celoletni	izbirni

<b>Univerzitetna koda predmeta/University course code:</b>	0033465
<b>Koda učne enote na članici/UL Member course code:</b>	7310

<b>Predavanja /Lectures</b>	<b>Seminar /Seminar</b>	<b>Vaje /Tutorial s</b>	<b>Klinične vaje /Clinical tutorials</b>	<b>Druge oblike študija /Other forms of study</b>	<b>Samostojno delo /Individual student work</b>	<b>ECTS</b>
90					160	10

<b>Nosilec predmeta/Lecturer:</b>	Franci Pušavec
-----------------------------------	----------------

<b>Izvajalci predavanj:</b>	Franci Pušavec
<b>Izvajalci seminarjev:</b>	
<b>Izvajalci vaj:</b>	
<b>Izvajalci kliničnih vaj:</b>	
<b>Izvajalci drugih oblik:</b>	
<b>Izvajalci praktičnega usposabljanja:</b>	

**Vrsta predmeta/Course type:**

Izbirni predmet /Elective course

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:

Angleščina, Slovenščina

Vaje/Tutorial:

Angleščina, Slovenščina

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

Veljajo splošni pogoji za doktorski študij.

General prerequisites for the third level studies.

**Vsebina:****Content (Syllabus outline):**

Teorija in podrobna analiza mehanizmov in tehnologij odrezovalnih procesov. Mehanizmi nastajanja odrezka pri rezalnih orodjih z določeno in nedoločeno geometrijo. Pojavi na rezalnem robu in obdelani površini v povezavi s potekom rezalnih sil, - statične / dinamične in vpliv vibracij na obdelovalni proces. Teorija in analiza integritete obdelane površine.

Raziskave poteka mehanizma obrabe orodij, usmeritve pri razvoju orodij, rezalnih materialov in obdelovalnost sodobnih materialov. Postopki obdelave z odrezavanjem v kombinaciji z drugimi postopki; fina / precizna obdelava, visoko-hitrostna obdelava in trajnostna obdelava. Nadzor rezalnega procesa v smislu modeliranja procesov (obrabe orodja, integriteta obdelane površine, sile pri odrezavanju, tvorjenje in oblike odrezkov, itd.).

Teorija trajnostnega razvoja in aplikacija na odrezovalne procese z uporabo novih tehnologij obdelave (kriogeno odrezavanje, odrezavanje z visoko tlačnim dovodom hladilno mazalnih sredstev, itd.).

Development of combined and special machining processes with emphasis on micro-technologies. State and development of special machining technologies and corresponding machining systems in the world and the local environment.

Determination of processes regarding the type of cutting energy. Analysis of energy models for mechanical, electrochemical, chemical and electrothermal machining processes.

Influence on machining material due to processes of cutting and deposition. Study of specific events in micro and macro machining of products.

Analysis of physical and chemical properties and technologic characteristics of special machining processes. Grinding in magnetic field, electrochemical grinding, ultrasonic machining, abrasive water jet machining, cutting with CO2 laser, electron and ion beam machining, electro-discharge machining, chemical and electrochemical machining and lithography.

Measuring methods and methods of identification of special machining processes, attributive description of process characteristics, methods of process parameters acquisition. Alternative technological design methods and optimization of technology

	<p>in view of quality, economy, ecology and sustainable development.</p> <p>Application of acquired knowledge: in the context of the seminar work and practical exercises the student will apply acquired knowledge on an example with reference to his Ph.D. thesis.</p>
--	---

### Temeljna literatura in viri/Readings:

- [1] Energy efficient manufacturing: theory and applications. Hoboken (NJ); Beverly (MA): Wiley; Scrivener Publishing, 2018, str. XIV, 451. ISBN 978-1-118-42384-4, [COBISS.SI-ID 158647811]
- [2] Modern manufacturing processes. Hoboken (NJ): Wiley, 2020, str. XXI, 514. ISBN 978-1-118-07192-2, [COBISS.SI-ID 149649411]
- [3] M. P. Groover, Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems, 7th ed. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, 2020, str. XIV, 703, 71, 14. ISBN 978-1-119-72201-4, [COBISS.SI-ID 146641667]
- [4] 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]
- [5] Z. Bi in X. Wang, Computer aided design and manufacturing. Hoboken, NJ; [New York, New York]: John Wiley & Sons, Inc.; ASME Press, 2020, str. XXI, 18 f., 617. ISBN 978-1-119-53421-1, [COBISS.SI-ID 44464899]

### Cilji in kompetence:

#### Cilji:

Študentu prikazati vlogo in pomen odrezovalnih procesov, teorije odrezavanja skozi mehanizme odrezavanja, mehanizme tvorjenja odrezkov, mehanizme obrabe rezalnih orodij.

Nadgradnja teorije odrezavanja s poudarkom na tehnologijah odrezavanja pri različnih odrezovalnih procesih/postopkih (struženje, vrtanje, freziranje, vrezovanje navojev, povrtavanje, brušenje, poliranje, super finiše, honanje, itd.). Senzorski nadzor in modeliranje procesov ter načrtovanje tehnologij s parametri obdelave. Seznanitev slušateljev s sodobnimi tehnologijami odrezavanja, rezalnimi orodji in vplivi hladilno mazalnih sredstev na njih ter določitev le teh za zagotavljanje trajnostne obdelave.

### Objectives and competences:

#### Goals:

- Deeper understanding of physical processes in nonconventional machining technologies and their technological performances.
- Applications/role of micro-technologies in modern production processes

#### Competences:

- Mastering of nonconventional technologies and processes, ability to optimize technological solutions.
- Identification, metrology, monitoring, modeling, simulation and control of processes

<b>Kompetence:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obvladovanje teorije odrezovalnih procesov, mehanizmi tvorjenja odrezkov, mehanizmi obrabe orodij, itd., ki so povezani s specifičnostmi izdelkov kot: materiali in njihova termomehanska stanja, oblikovni atributi, zahtevane natančnosti, stanja površin, itd.</li> <li>• Sposobnost modeliranja in senzorskega nadziranja odrezovalnih procesov.</li> <li>• Sposobnost optimiranja odrezovalnih procesov.</li> <li>• Sposobnost ocenitve principov trajnostnega razvoja in aplikacije njihovih principov.</li> </ul>	
--	--

<b>Predvideni študijski rezultati:</b> <p>Obvladovanje teorije odrezovalnih procesov, mehanizmi tvorjenja odrezkov, mehanizmi obrabe orodij, itd., ki so povezani s specifičnostmi izdelkov kot: materiali in njihova termomehanska stanja, oblikovni atributi, zahtevane natančnosti, stanja površin, itd.</p> <p>Sposobnost modeliranja in senzorskega nadziranja odrezovalnih procesov.</p> <p>Sposobnost optimiranja odrezovalnih procesov.</p> <p>Sposobnost ocenitve principov trajnostnega razvoja in aplikacije njihovih principov.</p>	<b>Intended learning outcomes:</b> <p>Knowledge and understanding:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mastering of nonconventional technologies and processes, ability to optimize technological solutions.</li> <li>• Identification, metrology, monitoring, modeling, simulation and control of processes</li> </ul>
---	--

<b>Metode poučevanja in učenja:</b> <p>Predavanja, laboratorijske vaje, seminarsko delo, e-izobraževanje, konzultacije. Seminarsko delo v čim večji meri navezuje se na področje doktorskega raziskovanja. Študij z uporabo priporočene literature.</p>	<b>Learning and teaching methods:</b> <p>Lectures, laboratory practice &amp; seminar work, e-education, consulting. The seminar work is related, as much as possible, to the student's doctoral research field. Study on a recommended literature basis.</p>
---	--

<b>Načini ocenjevanja:</b> <p>Ustni izpit, poročilo o seminarskem delu. Pogoji za opravljanje ustnega</p>	<b>Delež/Weight</b>	<b>Assessment:</b> <p>Oral exam, report on seminar work. The condition for admission to</p>
---	---------------------	---

izpita je uspešno izdelano in pozitivno ocenjeno seminarsko delo. • seminarsko delo (60%) • ustno izpraševanje (40%)		oral exam is successful completion of seminar work, rewarded with a passing grade. • project (seminar assignment) (60%) • oral examination (40%)
--	--	--

### Ocenjevalna lestvica:

### Grading system:

--	--

### Reference nosilca/Lecturer's references:

#### prof. dr. Franci PUŠAVEC

RODRIGUEZ, Iñigo, ARRAZOLA, Pedro J., CUESTA, Mikel, STERLE, Luka, PUŠAVEC, Franci. Improving surface integrity when drilling CFRPs and Ti-6Al-4V using sustainable lubricated liquid carbon dioxide. Chinese journal of aeronautics. 2022, str. 1-18, ilustr. ISSN 1000-9361.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1000936122001960>, DOI: 10.1016/j.cja.2022.09.004. [COBISS.SI-ID 135011843]

MUŽENIČ, David, KRAMAR, Davorin, PUŠAVEC, Franci. Advances in understanding of damage formation during laser-assisted milling of ZnO-based varistor ceramics. Journal of manufacturing processes. [Print ed.]. Dec. 2022, vol. 84, str. 1478-1491, ilustr. ISSN 1526-6125.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526612522007812>,

<https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=143838>, DOI:

10.1016/j.jmapro.2022.11.008. [COBISS.SI-ID 130224387]

KHANNA, Navneet, PUŠAVEC, Franci, AGRAWAL, Chetan, KROLCZYK, Grzegorz M. Measurement and evaluation of hole attributes for drilling CFRP composites using an indigenously developed cryogenic machining facility. Measurement : journal of the International Measurement Confederation. [Print ed.]. Mar. 2020, vol. 154, str. 1-11, ilustr. ISSN 0263-2241.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224120300415#!>, DOI: 10.1016/j.measurement.2020.107504. [COBISS.SI-ID 17046555],

GRGURAŠ, Damir, KERN, M., PUŠAVEC, Franci. Cutting performance of solid ceramic and carbide end milling tools in machining of nickel based alloy Inconel 718 and stainless steel 316L. Advances in production engineering & management. Mar. 2019, vol. 14, no. 1, str. 27-38, ilustr. ISSN 1854-6250. [http://apem-journal.org/Archives/2019/APEM14-1\\_027-038.pdf](http://apem-journal.org/Archives/2019/APEM14-1_027-038.pdf),

<http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-G1MG23EE>, DOI:

10.14743/apem2019.1.309. [COBISS.SI-ID 16539931]