

# STROJNI ELEMENTI 1 - RRP

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Strojni elementi 1 - RRP
<b>Course title:</b>	MACHINE ELEMENTS 1 - RRP
<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 - razvojno raziskovalni program, prva stopnja, univerzitetni	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester	obvezni

<b>Univerzitetna koda predmeta/University course code:</b>	0562753
<b>Koda učne enote na članici/UL Member course code:</b>	2016-U

<b>Predavanja /Lectures</b>	<b>Seminar /Seminar</b>	<b>Vaje /Tutorials</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>
45		30			50	5

<b>Nosilec predmeta/Lecturer:</b>	Jernej Klemenc, Marko Nagode
-----------------------------------	------------------------------

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

<b>Vrsta predmeta/Course</b>	Obvezni splošni predmet /Compulsory general course
------------------------------	--

**type:**

--

**Jeziki/Languages:**

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

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

Izpolnjevanje pogojev za vpis v Univerzitetni študijski program I. stopnje Strojništvo - Razvojno raziskovalni program.

**Prerequisites:**

Meeting the enrollment conditions for the Academic study programme of Mechanical Engineering - Research and Development program.

**Vsebina:**

Predavanje: Uvod v strojne elemente in statične materialne lastnosti:

- Izdelek v povezavi s pogoji uporabe, okolja in vzdrževanja, obremenitvami, zdržljivostjo, funkcionalnostjo in vrstami okvar.
- Statične materialne lastnosti.

2. Predavanje: Vrste obremenitev in dinamične materialne lastnosti:

- Wöhlerjeva krivulja z raztrosi.
- Poškodbeni kriteriji.
- Akumulacija utrujenostnih poškodb.

3. Predavanje: Dinamične materialne lastnosti:

- Trajna dinamična trdnost.
- Oblikovna trdnost.
- Zarezni učinek.
- Podporni učinek.
- Vpliv hrapavosti površine in velikosti prereza.

4. Predavanje: Zvarni spoji:

- Delitev in vrste zvarnih spojev.
- Nastanek in odpravljanje zaostalih napetosti.

5. Predavanje: Zvarni spoji:

- Osnovni principi vrednotenja zvarnih spojev na statično nosilnost in utrujanje.
- Oblikovanje zvarnih spojev.

6. Predavanje: Tlačne posode:

- Materialne lastnosti lezenja.
- Osnovni principi vrednotenja tlačnih posod.
- Oblikovanje tlačnih posod.

7. Predavanje: Lotni in zlepni spoji:

**Content (Syllabus outline):**

Lecture: Introduction to machine elements and static material properties:

- Product in correlation with usage, environmental and maintenance conditions, loading, endurance, functionality and types of failures.
- Static material properties.

2. Lecture: Types of loads and dynamic material properties:

- Wöhler curve and its scatter.
- Damage criteria.
- Fatigue damage accumulation.

3. Lecture: Dynamic material properties:

- Endurance limit of test specimen.
- Endurance limit of part.
- Notch effect.
- Support effect.
- Surface roughness effect and size effect.

4. Lecture: Welded joints:

- Division and types of welded joints.
- Origin and elimination of residual stresses.

5. Lecture: Welded joints:

- Basic principles of welded joint evaluation on static load and fatigue.
- Design of welded joints.

6. Lecture: Pressure vessels:

- Creep material properties.
- Basic principles of pressure vessel evaluation.
- Design of pressure vessels.

7. Lecture: Soldered and bonded

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fizikalne osnove lotanja in lepljenja.</li> <li>- Osnovni principi vrednotenja lotnih in zlepnih spojev na statično nosilnost in utrujanje.</li> <li>- Oblikovanje lotnih in zlepnih spojev.</li> </ul> <p>8. Predavanje. Vijačni spoji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vrste vijačnih spojev.</li> <li>- Privijanje in odvijanje vijaka ter moment ključa.</li> <li>- Prednapeti vijačni spoji.</li> <li>- Oblikovanje prednapetih vijačnih spojev.</li> </ul> <p>9. Predavanje. Vijačni spoji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Osnovni principi vrednotenja prednapetih vijačnih spojev na statično nosilnost in utrujanje.</li> </ul> <p>10. Predavanje: Vzmeti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Osnovni principi vrednotenja kovinskih in nekovinskih vzmeti na statično nosilnost in utrujanje.</li> </ul> <p>11. Predavanje: Vzmeti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumski izkoristek in oblikovanje vzmeti.</li> </ul> <p>12. Predavanje: Kotalni ležaji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fizikalne osnove kotalnih ležajev.</li> <li>- Vrste kotalnih ležajev.</li> <li>- Osnovni principi vrednotenja kotalnih ležajev na statično nosilnost in utrujanje.</li> <li>- Oblikovanje ležajnih mest.</li> </ul> <p>13. Predavanje: Drsni ležaji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fizikalne osnove drsnih ležajev.</li> <li>- Vrste drsnih ležajev.</li> <li>- Vrste trenja, hidrostatično in hidrodinamično mazanje.</li> <li>- Oblikovanje in vrednotenje drsnih ležajev.</li> </ul> <p>14. Predavanje: Tesnila in prirobnične zveze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vrste tesnil.</li> <li>- Fizikalne osnove prirobničnih zvez.</li> <li>- Izbira tesnil in oblikovanje prirobničnih zvez.</li> </ul> <p>15. Predavanje: Kovičeni spoji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fizikalne osnove kovičenja.</li> <li>- Oblikovanje in vrednotenje kovičenih spojev.</li> </ul>	<p>joints:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physical backgrounds of soldering and bonding.</li> <li>- Basic principle of soldered and bonded joint evaluation on static load and fatigue life.</li> <li>- Design of soldered and bonded joints.</li> </ul> <p>8. Lecture. Bolts:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Types of bolts.</li> <li>- Tightening and untightening of bolts and torque of the tightening tool.</li> <li>- Pretensioned bolts.</li> <li>- Design of pretensioned bolts.</li> </ul> <p>9. Lecture. Bolts:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic evaluation principles of pretensioned bolts on static load and fatigue.</li> </ul> <p>10. Lecture: Springs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic principles of metal and non-metal spring evaluation on static load and fatigue life.</li> </ul> <p>11. Lecture: Springs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumetric efficiency and design of springs.</li> </ul> <p>12. Lecture: Roller bearings:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physical backgrounds of roller bearings.</li> <li>- Types of roller bearings.</li> <li>- Basic principles of roller bearings evaluation on static load and rating life.</li> <li>- Design of bearing supports.</li> </ul> <p>13. Lecture: Sliding bearings:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physical backgrounds of sliding bearings.</li> <li>- Types of sliding bearings.</li> <li>- Types of friction, hydrodynamic and hydrostatic lubrication.</li> <li>- Design and evaluation of sliding bearings.</li> </ul> <p>14. Lecture: Washers and flange connections:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Types of washers.</li> <li>- Physical backgrounds of flange connections.</li> <li>- Washer selection and design of flange connections.</li> </ul> <p>15. Lecture: Riveted joints:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physical backgrounds of riveting.</li> <li>- Design and evaluation of riveted joints.</li> </ul>
---	--

## Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Wittel, Herbert ... ROLOFF/MATEK Maschinenelemente : Normung, Berechnung, Gestaltung : mit 733 Abbildungen, 80 vollständig durchgerechneten Beispielen und einem Tabellebuch mit 289 Tabellen [COBISS.SI-ID [15706651](#)]
2. Decker, Karl-Heinz. Maschinenelemente : Funktion, Gestaltung und Berechnung : mit 891 Bildern, 173 Berechnungsbeispielen und einem Tabellenband mit 350 Tabellen und Diagrammen, sowie Berechnungssoftware auf CD-ROM [COBISS.SI-ID [63715841](#)]
3. Ren, Zoran ; Glodež, Srečko. Strojni elementi. Del 1 : univerzitetni učbenik [COBISS.SI-ID [86077953](#)]
4. Ren, Zoran ; Glodež, Srečko. Strojni elementi : uvod v gonila, torna, jermenska in verižna gonila : univerzitetni učbenik [COBISS.SI-ID [67812353](#)]
5. Flašker, Jože ; Glodež, Srečko ; Ren, Zoran. Zobniška gonila [COBISS.SI-ID [250895616](#)]

## Cilji in kompetence:

### Cilji:

1. Spoznati fizikalne in matematične osnove izbranih strojnih elementov.
2. Spoznati osnovne principe vrednotenja izbranih strojnih elementov na statično nosilnost, utrujanje in lezenje.
3. Spoznati dobre in slabe prakse oblikovanja izbranih strojnih elementov.
4. Spoznati programska orodja za oblikovanje in vrednotenje strojnih elementov in komponent.
5. Spoznati osnovne principe povezovanja strojnih elementov v komponente in izdelke.

### Kompetence:

1. S2-RRP: Sposobnost kritičnega, analitičnega in sintetičnega razumevanja strojnih elementov.
2. S5-RRP: Sposobnost uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije.
3. S6-RRP: Usposobljenost za uporabo pridobljenih znanj pri samostojnem reševanju manj zahtevnih tehničnih problemov v strojništvu.
4. P4-RRP: Sposobnost osnovnega fizikalnega in matematičnega modeliranja strojnih elementov s sposobnostjo kritične analize

## Objectives and competences:

### Objectives:

1. Gain fundamental knowledge of selected machine elements pertaining to physics and mathematics.
2. Gain basic evaluation principles of selected machine elements pertaining to the static load-bearing ability, fatigue and wear.
3. Gain knowledge of good and bad design of selected machine elements.
4. Gain knowledge of computer software to design and evaluate machine elements and components.
5. Gain knowledge of fundamental principles to assemble machine elements into components and products.

### Competences:

1. S2-RRP: Development of creative, analytical and synthetic thinking in the field of machine elements.
2. S5-RRP: The ability to use information and communication technology.
3. S6-RRP: The ability to use the acquired knowledge to solve professional engineering problems independently.
4. P4-RRP: The ability of basic physical, mathematical and numerical

<p>rezultatov.</p> <p>5. P6-RRP: Sposobnost samostojnega izvajanja manj zahtevnih razvojnih in inženirskih del ter sposobnost kreativnega reševanja dobro definiranih nalog na področju strojništva.</p>	<p>modelling of machine elements with the ability of critically analysing the results.</p> <p>5. P6-RRP: A Level 1 graduate is able to perform easier development, engineering and professional organisational tasks as well as to solve individual well-defined engineering tasks.</p>
--	---

### **Predvideni študijski rezultati:**

<p>Znanja:</p> <p>Z1: Poglobljeno strokovno teoretično in praktično znanje na določenem področju, podprto s širšo teoretično in metodološko osnovo.</p> <p>- Poglobljeno strokovno teoretično in praktično znanje s področij statičnih materialnih lastnosti, materialnih lastnosti utrujanja in lezenja, zvarnih, lotnih zlepnih in vijačnih spojev, tlačnih posod, vzmeti, kotalnih in drsnih ležajev, tesnil in prirobnicnih zvez.</p> <p>Spretnosti:</p> <p>S1.1 Izvajanje kompleksnih operativno - strokovnih opravil, ki vključujejo tudi uporabo metodoloških orodij.</p> <p>- Izvajanje vrednotenj strojnih elementov skladno s sodobno literaturo in veljavnimi standardi.</p> <p>S1.2 Obvladovanje zahtevnih, kompleksnih delovnih procesov ob samostojni uporabi znanja v novih delovnih situacijah.</p> <p>- Obvladovanje analitičnih in preprostih numeričnih orodij za oblikovanje in vrednotenje strojnih elementov, komponent in izdelkov.</p>
--

### **Intended learning outcomes:**

<p>Knowledge:</p> <p>Z1: In-depth professional theoretical and practical knowledge of a certain field, supported by a broader theoretical and methodological fundament.</p> <p>- In-depth professional theoretical and practical knowledge of static material properties, material properties of fatigue and creep, welded, soldered, glued and bolted joints, pressure vessels, springs, roller and fluid bearings, washers and flange connections.</p> <p>Skills:</p> <p>S1.1 Performance of complex operational-professional tasks which include the use of methodological tools.</p> <p>- Evaluation of machine elements in accordance with contemporary literature and latest standards.</p> <p>S1.2 Mastering of demanding, complex operational processes and autonomous use of knowledge in new professional circumstances.</p> <p>- Mastering analytical and simple numerical tools for design and evaluation of machine elements, components and products.</p>
---

### **Metode poučevanja in učenja:**

<p>P1: Avditorna predavanja z reševanjem izbranih teoretičnih in praktično uporabnih primerov.</p> <p>P3: Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z</p>
--

### **Learning and teaching methods:**

<p>P1: Auditory lectures including solution procedures for selected theoretical and practical examples.</p> <p>P3: Auditory exercises where theoretical knowledge gained at auditory lectures is</p>
--

računskimi primeri. P4: Laboratorijske vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z laboratorijskimi preskusi. P7+P15: Video predavanja in vaje z diskusijo.	substantiated by numerical examples. P4: Laboratory exercises where theoretical knowledge gained at auditory lectures is substantiated by laboratory experiments. P7+P15: Video lectures and exercises with discussion.
--	---

Načini ocenjevanja:	Delež/ Weight	Assessment:
- Teoretične vsebine (predavanja).	50,00 %	- Theoretical knowledge (lectures).
- Samostojno delo na vajah.	20,00 %	- Individual work at exercises.
- Delo na laboratorijskih vajah (vključno s poročili).	20,00 %	- Work at laboratory exercises (including reports).
- Seminar.	10,00 %	- Seminar.

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:

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

##### Marko Nagode:

1. **NAGODE, Marko**, PAPUGA, Jan, OMAN, Simon. Application of machine learning models for estimating the material parameters for multiaxial fatigue strength calculation. *Fatigue & fracture of engineering materials & structures*. Aug. 2023, str. 1-19, ilustr. ISSN 8756-758X.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ffe.14128>, DOI: 10.1111/ffe.14128. [COBISS.SI-ID [162437891](#)]
2. MIKELJ, Martin, **NAGODE, Marko**, KLEMENC, Jernej, ŠERUGA, Domen. Influence of operating conditions on a cast-iron manhole cover. *Technologies*. Dec. 2022, vol. 10, iss. 6, str. 1-10, ilustr. ISSN 2227-7080.  
<https://www.mdpi.com/2227-7080/10/6/127>,  
<https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=143222>, DOI: 10.3390/technologies10060127. [COBISS.SI-ID [132950531](#)]
3. KLEMENC, Jernej, **NAGODE, Marko**. Design of step-stress accelerated life tests for estimating the fatigue reliability of structural components based on a finite-element approach. *Fatigue & fracture of engineering materials & structures*. June 2021, vol. 44, iss. 6, str. 1562-1582, ilustr. ISSN 8756-758X.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ffe.13452>, DOI: 10.1111/ffe.13452. [COBISS.SI-ID [57427203](#)]
4. ŠOLINC, Urša, KLEMENC, Jernej, **NAGODE, Marko**, ŠERUGA, Domen. A direct approach to modelling the complex response of magnesium AZ31 alloy sheets to variable strain amplitude loading using Prandtl-Ishlinskii operators. *International journal of fatigue*. Oct. 2019, vol. 127, str. 291-304, ilustr. ISSN 0142-1123.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142112319302397>,  
<https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=108298&lang=slv>,  
<https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=108298>, DOI:  
 10.1016/j.ijfatigue.2019.06.009. [COBISS.SI-ID [16674075](#)]

5. NOVAK, Lovrenc, PETKOVŠEK, Martin, OMAN, Simon, **NAGODE, Marko**, KLEMENC, Jernej, MAJDIČ, Franc, HOČEVAR, Marko, GOSAR, Aleš, OLAH, Laslo. Downhole three phase separator and method for use of same : United States Patent US 11,143,009 B1, 2021-10-1 Alexandria (VA): United States Patent and Trademark Office, 2021. [12] f., ilustr.  
[https://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?](https://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnetacgi%2Fsearch-bool.html&r=1&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=Oman.INNM.&OS=IN/Oman&RS=IN/Oman)  
 Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnetacgi%2Fsearch-  
 bool.html&r=1&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=Oman.INNM.&OS=IN/  
 Oman&RS=IN/Oman,  
[https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/078007966/publication/](https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/078007966/publication/US11143009B1?q=pn%3DUS11143009B1)  
 US11143009B1?q=pn%3DUS11143009B1. [COBISS.SI-ID 73371651]

## Jernej Klemenc:

1. **KLEMENC, Jernej**, ŠERUGA, Domen, NAGODE, Aleš, NAGODE, Marko. Comprehensive modelling of the hysteresis loops and strain-energy density for low-cycle fatigue-life predictions of the AZ31 magnesium alloy. Materials. Nov. 2019, vol. 12, iss. 22, f. 1-24, ilustr. ISSN 1996-1944.  
<https://www.mdpi.com/1996-1944/12/22/3692>,  
<https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=112752>, DOI:  
10.3390/ma12223692. [COBISS.SI-ID [16894235](#)]
2. GLODEŽ, Srečko, **KLEMENC, Jernej**, ZUPANIČ, Franc, VESENJAK, Matej. High-cycle fatigue and fracture behaviours of SLM AlSi10Mg alloy. Transactions of Nonferrous Metals Society of China. 2020, vol. 30, iss. 10, str. 2577-2589. ISSN 1003-6326. DOI: 10.1016/S1003-6326(20)65403-6. [COBISS.SI-ID [36874243](#)]
3. OKORN, Ivan, NAGODE, Marko, **KLEMENC, Jernej**. Analysis on damage to rolling bearings at small turning angles. Strojniški vestnik, Apr. 2018, vol. 64, no. 4, str. 209-215, doi: 10.5545/sv-jme.2017.506 [COBISS.SI-ID [16007707](#)]
4. ŠERUGA, Domen, NAGODE, Marko, **KLEMENC, Jernej**. Measurement of stress-strain response during cyclic tests. V: JARFORS, Anders E. W. (ur.). Processing and fabrication of advanced materials-XXVII : proceedings of a conference, The 27th International Conference on Processing and Fabrication of Advanced Materials (PFAM-XXVII), 27-29 May 2019, Jönköping, Sweden. Jönköping: University. 2019, str. 103-108, ilustr. [COBISS.SI-ID [16644379](#)]
5. NOVAK, Lovrenc, PETKOVŠEK, Martin, OMAN, Simon, NAGODE, Marko, **KLEMENC, Jernej**, MAJDIČ, Franc, HOČEVAR, Marko, GOSAR, Aleš, OLAH, Laslo. Downhole three phase separator and method for use of same : United States Patent US 11,143,009 B1, 2021-10-12. Alexandria (VA): United States Patent and Trademark Office, 2021. [12] f., ilustr.  
[https://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?](https://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fmetahtml%2FPTO%2Fsearchbool.html&r=1&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=Oman.INNM.&OS=IN/Oman&RS=IN/Oman)  
[Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fmetahtml%2FPTO%2Fsearch-](https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/078007966/publication/US11143009B1?q=pn%3DUS11143009B1)  
[bool.html&r=1&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=Oman.INNM.&OS=IN/](https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/078007966/publication/US11143009B1?q=pn%3DUS11143009B1)  
[Oman&RS=IN/Oman,](https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/078007966/publication/US11143009B1?q=pn%3DUS11143009B1)  
[https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/078007966/publication/](https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/078007966/publication/US11143009B1?q=pn%3DUS11143009B1)  
[US11143009B1?q=pn%3DUS11143009B1.](https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/078007966/publication/US11143009B1?q=pn%3DUS11143009B1) [COBISS.SI-ID [73371651](#)] patentna družina: US202117341815A, 2021-06-08; US202063036990P, 2020-06-09.

