

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Mehanika leta letala
<b>Course title:</b>	MECHANICS OF FLIGHT
<b>Članica nosilka/UL Member:</b>	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Strojništvo - projektno aplikativni program, prva stopnja, visokošolski strokovni	Prometni pilot letala/helikopterja (smer)	2. letnik	2. semester
Strojništvo - projektno aplikativni program, prva stopnja, visokošolski strokovni	Snovanje in vzdrževanje letal (smer)	2. letnik	2. semester

<b>Univerzitetna koda predmeta/University course code:</b>	0563995
<b>Koda učne enote na članici/UL Member course code:</b>	3081-V

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		30			40	4

<b>Nosilec predmeta/Lecturer:</b>	Miha Brojan
-----------------------------------	-------------

<b>Vrsta predmeta/Course type:</b>	Izbirni strokovni predmet /Elective specialised course
------------------------------------	--

<b>Jeziki/Languages:</b>	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

<b>Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:</b>	<b>Prerequisites:</b>
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.

<b>Vsebina:</b>	<b>Content (Syllabus outline):</b>
1. Vsebina 1. Predavanja - Stabilnost in krmljivost - Statična stabilnost - Neutralna točka - Statična meja (static margin) 2. Vsebina 2. Predavanja - Uravnoteženje in krmljivost - Grafična predstavitev statične vzdolžne stabilnosti	1. Content of lecture 1 - Stability and control - Static stability - Neutral point - Static margin 2. Vsebina 2. Predavanja - Balance and control - Graphical presentation stability around longitudinal

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vpliv delov letala na stabilnost</li> </ul>	axis
3. Vsebina 3. Predavanja	- Influence of airplane parts on stability
- Stabilnost brez moči motorja	3. Vsebina 3. Predavanja
- Vpliv težišča na stabilnost	- Unpowered stability
- Vpliv moči na stabilnost	- Centre of gravity influence on stability
4. Vsebina 4. Predavanja	- Engine power influence on stability
- Stabilnost v manevrih	4. Vsebina 4. Predavanja
- Longitudinalna krmljivost	- Aircraft stability in control
- Zahteva krmljivosti pri vzletu	- Longitudinal maneuvering
- Zahteva krmljivosti pri pristanku	- Demanded control during take off
5. Vsebina 5. Predavanja	- Demanded control during landing
- Dinamična stabilnost	5. Vsebina 5. Predavanja
- Vzdolžna dinamična stabilnost	- Dynamic stability
- Dolgoperiodno nihanje (phugoid)	- Longitudinal dynamic stability
- Kratkoperiodno nihanje	- Phugoid oscillations
6. Vsebina 6. Predavanja	- Short period oscillations
- Smerna stabilnost in krmljivost	6. Vsebina 6. Predavanja
- Bočna stabilnost in krmljivost	- Directional stability and control
- Kot bočnega drsenja	- Side stability and control
- Vpliv delov letala na bočno in smerno stabilnost	- Angle of side slide
- Spiralna divergenca	- Influence of aircraft parts on side and directional stability
- "Dutch roll" nihanje	- Spiral divergence
7. Vsebina 7. Predavanja	- Dutch roll
- Nihanje povzročeno s strain pilota (Pilot induced oscillations - PIO)	7. Vsebina 7. Predavanja
- Machovo trimanje	- Pilot induced oscillations - PIO
- Stabilnost pri velikih machovih številih	- Mach trimming
8. Vsebina 8. Predavanja	- Stabilnost pri velikih machovih številih
- Mehanika leta letala	8. Vsebina 8. Predavanja
- Premo-enakomeren horizontalen let	- Mechanics of flight
- Horizontalni rep in višinsko krmilo	- Steady horizontal flight
- Uravnoteženje sil	- Horizontal stabilizer and elevator
- Premo-enakomerno vzpenjanje	- Force balancing
9. Vsebina 9. Predavanja	- Constant rate strait flight climb
- Kot vzpenjanja	9. Vsebina 9. Predavanja
- Hitrost vzpenjanja	- Angle of climb
- Drsni let	- Climb rate
- Hitrost spuščanja v drsnem letu	- Gliding
10. Vsebina 10. Predavanja	- Decent rate at gliding
- Letalo v zavoju	10. Vsebina 10. Predavanja
- Sile in hitrosti v zavoju	- Aircraft in a turn
- Let z neenakomerno močjo	- Velocity and forces in a turn
11. Vsebina 11. Predavanja	- Flight with unsteady power
- Omejitev hitrost pri izvlečenem podvozju	11. Vsebina 11. Predavanja
- Omejitev hitrosti pri izvlečenih zakrilcih	- Gears down velocity limitations
- Frfotanje (flutter) krila	- Flaps down velocity limitations
- Frfotanje (flutter) krmilnih površin	- Wing flutter
- Obrat krilc	- Flight control surfaces flutter
- Divergenca	- Ailerons inverse response (in stall regime)
12. Vsebina 12. Predavanja	- Divergence
- Propelerji	12. Vsebina 12. Predavanja
- Aerodinamična sila na propeller	- Propellers
- Potisk propelerja	- Aerodynamic forces on propeller
- Centrifugalni moment zvijanja	- Propeller trust

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Izkoristek propelerja</li> <li>- Propeller s spremenljivim korakom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propeller twist by centrifugal force</li> <li>- Propeller efficiency</li> <li>- Variable pitch propeller</li> </ul>
13. Vsebina 13. Predavanja <ul style="list-style-type: none"> <li>- Upor celega letala</li> <li>- Vpliv mase letala na upor letala</li> <li>- Vpliv višine leta na upor letala</li> <li>- Stabilnost hitrosti</li> </ul>	13. Vsebina 13. Predavanja <ul style="list-style-type: none"> <li>- Airplane drag</li> <li>- Mass influence on airplane drag</li> <li>- Flight level influence on airplane drag</li> <li>- Velocity stability</li> </ul>
14. Vsebina 14. Predavanja <ul style="list-style-type: none"> <li>- Potrebna moč</li> <li>- Vplivi na potrebno moč</li> <li>- Razpoložljiva moč</li> <li>- Vplivi na razpoložljivo moč</li> </ul>	14. Vsebina 14. Predavanja <ul style="list-style-type: none"> <li>- Required power</li> <li>- Influences on required power</li> <li>- Available power</li> <li>- Influences on available power</li> </ul>
15. Vsebina 15. Predavanja <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prevlечen let in zvrt</li> <li>- Prepoznavanje približevanja prevlečenemu letu</li> <li>- Minimalna hitrost</li> <li>- Opozarjanje na približevanje minimalni hitrosti</li> <li>- Naprave za preprečevanje prevlečenega leta</li> <li>- Globak prevlečen let (deep stall)</li> </ul>	15. Vsebina 15. Predavanja <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stall and spin</li> <li>- Stall recognition</li> <li>- Minimal velocity</li> <li>- Minimal velocity warnings</li> <li>- Stall preventers</li> <li>- Deep stall</li> </ul>

#### Temeljna literatura in viri/Readings:

1. PRINCIPLES OF FLIGHT, ATPL GROUND TRAINING SERIES, CAE Oxford Aviation Academy, BOOK THIRTEEN, EASA FIRST EDITION, REVISED FOR NPA 29, 2016
2. J.D. Anderson Jr.: Introduction to flight 3rd Ed., McGraw-Hill Book Company, New York, 1989.

#### Cilji in kompetence:

<p>Cilji:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Razumevanje mehanike leta letala</li> <li>2. Povezovanje aerodinamike z mehaniko leta letala</li> <li>3. Osnovni preračun letala v smislu mehanike leta</li> </ol> <p>Kompetence:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sposobnost razumevanja mehanike leta letala (S1-PAP, S2-PAP, S4-PAP, S14-PAP, P1-PAP)</li> <li>2. Sposobnost povezovanja aerodinamike in mehanike leta letala (S1-PAP, S2-PAP, S4-PAP, S14-PAP, P1-PAP)</li> <li>3. Sposobnost izračunavanja osnovnih vrednosti iz mehanike leta letala (S1-PAP, S2-PAP, S4-PAP, S14-PAP, P1-PAP)</li> </ol>	<p>Objectives and competences:</p> <p>Goals:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understanding of flight mechanicsa</li> <li>2. Relating aerodynamics and flight mechanics</li> <li>3. Learning basic flight mechanics calculations</li> </ol> <p>Competences:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ability to understand flight mechanicsa (S1-PAP, S2-PAP, S4-PAP, S14-PAP, P1-PAP)</li> <li>2. Ability to relate aerodynamics and flight mechanics (S1-PAP, S2-PAP, S4-PAP, S14-PAP, P1-PAP)</li> <li>3. Ability to calculate basic flight mechanics parameters and variables (S1-PAP, S2-PAP, S4-PAP, S14-PAP, P1-PAP)</li> </ol>
--	--

#### 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poglobljeno poznavanje mehanike leta, pojmov pri mehaniki leta in integracija znanja z ostalimi letalskimi</li> </ul>	<p>Intended learning outcomes:</p> <p>Knowledge:</p> <p>Z1: Thorough professional theoretical and practical knowledge in a selected field of expertise that is supported with a broad theoretical and methodological basis.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In-depth understanding of flight mechanics, the</li> </ul>
--	---

<p>predmeti v celoto</p> <p>Spretnosti:</p> <p>S1.2 Obvladovanje zahtevnih, kompleksnih delovnih procesov ob samostojni uporabi znanja v novih delovnih situacijah.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sposobnost razumevanja in preračunavanja osnovnih veličin v mehaniki leta</li> </ul>	<p>related terminology and knowledge integration with other related courses</p> <p>Skills:</p> <p>S1.2 Mastering demanding and complex work processes by independent usage of knowledge in new working situations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ability to understand and calculate basic quantities in flight mechanics</li> </ul>
---	--

#### Metode poučevanja in učenja:

#### Learning and teaching methods:

<p><i>Klasične oblike poučevanja:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. P1 Avditorna predavanja z reševanjem izbranih - za področje značilnih - teoretičnih in praktično uporabnih primerov.</li> <li>2. P2 Obravnava snovi po urejeni in vnaprej razloženi sistematiki.</li> <li>3. P3 Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z računskimi primeri</li> </ol>	<p><i>Conventional teaching methods:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. P1 Auditorial lectures with solving selected field-specific theoretical and applied use cases.</li> <li>2. P2 Presenting the content according to the explained system.</li> <li>3. P3 Auditorial exercises, in which theoretical content from the lectures is supplemented with practical examples.</li> </ol>
--	--

#### Načini ocenjevanja:

#### Delež/Weight

#### Assessment:

Izpit (predavanja – teorija).	40,00 %	Examination (lectures - theory).
Izpit (vaje – naloge, prepračuni).	40,00 %	Examination (exercises – design calculations).
Domača naloga.	20,00 %	Homework.

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

<p>Miha Brojan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. TERWAGNE, Denis, <b>BROJAN, Miha</b>, REIS, Pedro. Smart morphable surfaces for aerodynamic drag control. Advanced materials, ISSN 0935-9648, Oct. 2014, vol. 26, iss. 38, str. 6608-6611, ilustr., doi: 10.1002/adma.201401403. [COBISS.SI-ID 13725211], [JCR, SNIP, WoS do 13. 10. 2019: št. citatov (TC): 48, čistih citatov (CI): 46, Scopus do 27. 9. 2019: št. citatov (TC): 50, čistih citatov (CI): 47]</li> <li>2. <b>BROJAN, Miha</b>, SITAR, Matej, KOSEL, Franc. On static stability of nonlinearly elastic Euler's columns obeying the modified Ludwick's law. International journal of structural stability and dynamics, ISSN 0219-4554, 2012, vol. 12, no. 6, str. 1-19, ilustr., doi: 10.1142/S0219455412500770. [COBISS.SI-ID 11996699], [JCR, SNIP, WoS do 15. 9. 2019: št. citatov (TC): 4, čistih citatov (CI): 1, Scopus do 25. 1. 2018: št. citatov (TC): 5, čistih citatov (CI): 2]</li> <li>3. SITAR, Matej, KOSEL, Franc, <b>BROJAN, Miha</b>. A simple method for determining large deflection states of arbitrarily curved planar elastica. Archive of applied mechanics, ISSN 0939-1533, 2014, vol. 84, issue 2, str. 263-275, doi: 10.1007/s00419-013-0798-6. [COBISS.SI-ID 13194779], [JCR, SNIP, WoS do 14. 4. 2019: št. citatov (TC): 3, čistih citatov (CI): 3, Scopus do 27. 5. 2019: št. citatov (TC): 4, čistih citatov (CI): 4]</li> <li>4. TERWAGNE, Denis, <b>BROJAN, Miha</b>, REIS, Pedro. Drag control through wrinkling on curved surfaces. V: Condensed matter in Paris 2014 : CMD 25 - JMC 14, August 24th - 29th 2014 : mini-colloquium. Paris: Université Paris Descartes. 2014, f. [1]. <a href="http://cmd25jmc1sciencesconf.org/36290/document">http://cmd25jmc1sciencesconf.org/36290/document</a>. [COBISS.SI-ID 13647131]</li> <li>5. ČEBRON, Matjaž, <b>BROJAN, Miha</b>. CFD analiza segmentiranega ustja D630. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za nelinearno mehaniko, 2016. 2 f., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 14613787]</li> </ol>		
---	--	--