

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Mehanika leta letala
Course title:	MECHANICS OF FLIGHT
Članica nosilka/UL Member:	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

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

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

Nosilec predmeta/Lecturer:	Miha Brojan
-----------------------------------	-------------

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

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

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"> • Poglobljeno poznavanje mehanike leta, pojmov pri mehaniki leta in integracija znanja z ostalimi letalskimi 	<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"> • In-depth understanding of flight mechanics, the
--	---

<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"> • Sposobnost razumevanja in preračunavanja osnovnih veličin v mehaniki leta 	<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"> • Ability to understand and calculate basic quantities in flight mechanics
---	--

Metode poučevanja in učenja:

Learning and teaching methods:

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

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"> 1. TERWAGNE, Denis, BROJAN, Miha, 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] 2. BROJAN, Miha, 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] 3. SITAR, Matej, KOSEL, Franc, BROJAN, Miha. 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] 4. TERWAGNE, Denis, BROJAN, Miha, 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]. http://cmd25jmc1sciencesconf.org/36290/document. [COBISS.SI-ID 13647131] 5. ČEBRON, Matjaž, BROJAN, Miha. CFD analiza segmentiranega ustja D630. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za nelinearno mehaniko, 2016. 2 f., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 14613787] 		
---	--	--