

AEROMEHANIKA IN LETALSKE KONSTRUKCIJE

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Aeromehanika in letalske konstrukcije
Course title:	AEROMECHANICS AND AIRFRAMES
Članica nosilka/UL Member:	UL FS

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

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0563994
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	3080-V

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
70		35			45	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Andrej Grebenšek, Igor Petrović
-----------------------------------	---------------------------------

Izvajalci predavanj:	
Izvajalci seminarjev:	
Izvajalci vaj:	
Izvajalci kliničnih vaj:	

Izvajalci drugih oblik:

**Izvajalci praktičnega
usposabljanja:**

**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
 - Uvod v predmet,
 - Pomembni ljudje za aerodinamiko,
 - Fizikalne lastnosti zraka,
 - Tlak, temperatura, gostota,
 - Dinamični tlak,
2. Vsebina 2. Predavanja
 - Osnovna aerodinamična teorija,
 - Kontinuitetna enačba,
 - Bernoulijeva enačba,
 - Tokovnica in tokovna cev
 - Podzvočni tok
3. Vsebina 3. Predavanja
 - Terminologija aeroprofila,
 - Dvodimenzionalni tok,
 - Center potiska,
 - Aerodinamični koeficient,
 - Aerodinamični momenti,
 - Aerodinamični center,
4. Vsebina 4. Predavanja
 - Vzgon,
 - Osnovna enačba vzgona,
 - Vzgonska krivulja,
 - Povezava hitrosti in dinamičnega tlaka,
 - Višina po gostoti,
 - Vzgon proti uporju letala,
5. Vsebina 5. Predavanja

1. Contents 1. Lectures
 - Introduction to the subject,
 - Important people for the aerodynamics,
 - Physical properties of air,
 - Pressure, temperature, density,
 - Dynamic pressure,
2. Contents 2. Lectures
 - Basic aerodynamic theory,
 - Continuity equation,
 - Bernoulijeva equation
 - Steamline and streamline tube
 - Subsonic flow
3. Contents 3. Lectures
 - Aeroprofile Terminology ,
 - Two-dimensional flow,
 - Center of pressure,
 - aerodynamic coefficient,
 - Aerodynamic moments,
 - aerodynamic center,
4. Contents 4. Lectures
 - buoyancy,
 - Basic buoyancy equation,
 - lift slope curve,
 - Link between speed and dynamic pressure,
 - Density altitude
 - Lift over drag ,

<ul style="list-style-type: none"> - Trodimenzionalni tok, - Terminologija krila, - Vrtinčna sled, - Talni učinek, <p>6. Vsebina 6. Predavanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parazitni upor, - Oblikovni ali tlačni upor, - Laminarna in turbulentna odcepitev, - Profilni upor, - Interferenčni upor, - Inducirani upor, <p>7. Vsebina 7. Predavanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Porušitev vzgona - Vzrok za porušitev vzgona, - Vrste porušitev vzgona - Vpliv na porušitev vzgona - Širjenje odcepitve toka po krilu <p>8. Vsebina 8. Predavanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Naprave za povečanje vzgona, - Vzletne in pristajalne hitrosti, - Ojačevanje koeficienta vzgona, - Zakrilca in predkrilca, - Primerjava zakrilc, - CL_{max} in kritični vpradni kot <p>9. Vsebina 9. Predavanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Letenje z nadzvočno hitrostjo - Hitrost zvoka - Machovo število - Širjenje tlačnih skokov - Normalni in poševni tlačni skok - Kritično Machovo število <p>10. Vsebina 10. Predavanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aerodinamično gretje - Mahov konus - Machov kot - Sonični pok - Spreminjanje koeficienta vzgona z Machovim številom - Spreminjanje koeficienta upora z Machovim številom <p>11. Vsebina 11. Predavanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Omejitve hitrost - Varnostni faktorji - Obremenitveni faktorji - Kombinirane obremenitve na strukturo - Dopustna obremenitev - Kritična obremenitev <p>12. Vsebina 12. Predavanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manevrska envelopa - Obremenitve zaradi turbulence 	<p>5. Contents 5. Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Three-dimensional flow, - Wing terminology, - Wake turbulence, - Ground effect, <p>6. Contents 6. Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parasite drag, - Pressure and viscous drag, - Laminar and turbulent separation, - Profile drag, - Interference drag, - Induced drag, <p>7. Contents 7. Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stall - The cause of the stall, - Types of stall - Impact to stall - Propagation of the flow separation along the wing <p>8. Contents 8. Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - High lifting devices, - take-off and approach speeds, - Reinforcement of lift coefficient, - Flap and slat, - Comparison of flaps, - CL_{max} and critical angle of attack <p>9. Contents 9. Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Supersonic flying - Speed of sound - Mach number - Propagation of shock waves - Normal and oblique shock wave - Critical Mach number <p>10. Contents 10. Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aerodynamic heating - Mach cone - Mach's angle - Sonic boom - Changing the lift coefficient with Mach number - Changing the drag coefficient with Mach number <p>11 Contents 11. Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Speed limits - Safety factors - Load factors - Combined loads per structure - Normal loads - Ultimate loads <p>12. Contents 12. Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maneuvering envelopes
---	---

<ul style="list-style-type: none"> - Turbulentna envelopa - Manevrska hitrost - Hitrost križarjenja - Hitrost, ki je ne smemo nikoli preseči <p>13. Vsebina 13. Predavanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Talna bremena - Strižno središče in njegov pomen - Porazdelitev vzgona po krilu - Schrenkova metoda porazdelitve vzgona - Torzijski in strižni momenti na krilu - Principi konstruiranja <p>14. Vsebina 14. Predavanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deli letala - Trup - Lupinasta struktura - Pol-lupinasta struktura - Okna v pilotski in potniški kabini - Vrata <p>15. Vsebina 15. Predavanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konstrukcija krila - Konstrukcija repa - Uporabljeni materiali - Korozija - Trdi pristanki - Udarec z repom 	<ul style="list-style-type: none"> - Turbulence loads - Turbulent envelopes - Maneuvering speed - Cruise speed - Never exceeded speed <p>13. Contents 13. Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ground loads - Shear center and its importance - Distribution of lift over wing - Schrenk's lift distribution method - Torsional and shear moments on the wing - Design principles <p>14. All stage 14. Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parts of the aircraft - Fuselage - Monocoque structure - Semi-monocoque structure - The cockpit and passenger windows - The door <p>15. Contents 15. Lectures</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wing construction - Tail construction - Materials used - Corrosion - Hard landings - Tail hit
--	---

Temeljna literatura in viri/Readings:

<ol style="list-style-type: none"> 1. PRINCIPLES OF FLIGHT, ATPL GROUND TRAINING SERIES, CAE Oxford Aviation Academy, BOOK THIRTEEN, EASA FIRST EDITION, REVISED FOR NPA 29, 2016 2. AIRFRAMES AND SYSTEMS, ATPL GROUND TRAINING SERIES, CAE Oxford Aviation Academy, BOOK TWO, EASA FIRST EDITION, REVISED FOR NPA 29, 2016 3. EASA ATPL Training, Principles of flight, Jeppesen, 2019 4. EASA ATPL Training, Airframes and systems, Jeppesen, 2019 5. Učna gradiva iz predmeta Aeromehanika in letalske konstrukcije, e-učilnica Fakulteta za strojništvo, 2019

Cilji in kompetence:

Cilji:	Objectives and competences:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Razumevanje aerodinamičnih principov in pojavov 2. Razumevanje podvočne in nadzvočne aerodinamike 3. Povezovanje snovi iz aerodinamike z mehaniko leta in ostalimi letalskimi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Understanding aerodynamic principles and phenomena 2. Understanding of subsonic and supersonic aerodynamics 3. Linking aerodynamics with flight mechanics and other aviation topics

tematikami v celoto	as a whole
Kompetence:	Competencies:
1. Sposobnost razumevanja aerodinamike (S1-PAP, S2-PAP)	1. Ability to understand aerodynamics (S1-PAP, S2-PAP)
2. Sposobnost razumevanja podzvočne in nadzvočne aerodinamike (S4-PAP, S14-PAP)	2. Ability to understand subsonic and supersonic aerodynamics (S4-PAP, S14-PAP,)
3. Sposobnost povezovanja snovi iz aerodinamike z ostalimi letalskimi tematikami v celoto (P1-PAP)	3. Ability to integrate aerodynamics subjects with other topics (P1-PAP)

Predvideni študijski rezultati:

Znanja:
Z1: Poglobljeno poznavanje podzvočne in nadzvočne aerodinamike
Spretnosti:
S1.1 Sposobnost vrednotenja in razumevanja aerodinamike majhnih in velikih histrosti ter povezovanje snovi z ostalimi letalskimi predmeti
S1.2 Izvajanje kompleksnih operativno-strokovnih opravil, ki vključujejo tudi uporabo metodoloških orodij.
S1.3 Obvladovanje zahtevnih, kompleksnih delovnih procesov ob samostojni uporabi znanja v novih delovnih situacijah.
S1.4 Diagnosticiranje in reševanje problemov v različnih specifičnih delovnih okoljih, povezanih s področjem izobraževanja in usposabljanja.
S1.5 Osnova za izvirna dognanja/stvaritve in kritično refleksijo.

Intended learning outcomes:

Knowledge:
Z1: In-depth knowledge of subsonic and supersonic aerodynamics
Skills:
S1.1 Ability to evaluate and understand the aerodynamics of small and large histories and to relate matter to other aviation objects
S1.2 Executing complex operationa-professional tasks that incorporate usage of methodological tools.
S1.3 Mastering demanding and complex work processes by independent usage of knowledge in new working situations.
S1.4 Problem diagnostics and solving in different and specific working environments that are linked to the teaching and training content.
S1.5 Basis for unique innovations and critical reflections.

Metode poučevanja in učenja:

P1 Avditorna predavanja z reševanjem izbranih - za področje značilnih - teoretičnih in praktično uporabnih primerov.
P2 Obravnava snovi po urejeni in vnaprej razloženi sistematiki.

Learning and teaching methods:

P1 Auditorial lectures with solving selected field-specific theoretical and applied use cases.
P2 Presenting the content according to the explained system.
P3 Auditorial exrecises, in which

P3 Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z računskimi primeri.	theoretical content from the lectures is supplemented with practical examples.
P6 Interaktivna predavanja	P6 Interactive lectures.
P7 Študij literature in razprava	P7 Literature study and discussion.
P8 Izdelava in predstavitev aplikativnih seminarskih nalog	P8 Making and presenting applied seminar exercises.

Načini ocenjevanja:	Delež/ Weight	Assessment:
Teoretične vsebine (predavanja):	50,00 %	Theoretical content (lectures):
Samostojno delo na vajah:	50,00 %	Independent work in exercises:

Reference nosilca/Lecturer's references:

Andrej Grebenšek

- Licenca kontrolorja zračnega prometa z ratingi:
 - priletnega radarskega kontrolorja zračnega prometa
 - območnega radarskega kontrolorja zračnega prometa
 - pooblastilo inštruktorja kontrolorjev zračnega prometa
 - pooblastilo izpraševalca kontrolorjev zračnega prometa
- ELPAC (English Language Proficiency for Aeronautical Communication) izpraševalec
- Licenca poklicnega pilota, Licenca jadralnega pilota
- Pooblastilo inštruktorja poklicnih pilotov
- Sodni izvedenec za področje Promet, podpodročje Letalski; Sodni cenilec za področje Promet, podpodročje Letalski

Igor Petrović

- PETROVIĆ, Igor, ŠAJN, Viktor, KOSEL, Tadej, MARZOCCA, Pier. Aerodynamics and static aeroelastic behavior of low-Reynolds number deformable membrane wings. *Journal of aerospace engineering*. May 2016, vol. 29, iss. 3, str. 1-12, ilustr. ISSN 0893-1321. <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29AS.1943-5525.0000555>, DOI: [10.1061/\(ASCE\)AS.1943-5525.0000555](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AS.1943-5525.0000555). [COBISS.SI-ID [14280475](#)], [JCR, SNIP, WoS do 27. 7. 2022: št. citatov (TC): 4, čistih citatov (CI): 4, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1,00, Scopus do 21. 7. 2022: št. citatov (TC): 4, čistih citatov (CI): 4, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1,00] (1.01)
- PETROVIĆ, Igor, KOSEL, Franc, ŠAJN, Viktor. Aerodynamic investigation of the deformable membrane airfoil with excess length. *Tehnički vjesnik : znanstveno-stručni časopis tehničkih fakulteta Sveučilišta u Osijeku*. 2015, vol. 22, no. 3, str. 573-580, ilustr. ISSN 1330-3651. DOI: [10.17559/TV-20131210105304](https://doi.org/10.17559/TV-20131210105304). [COBISS.SI-ID [14036251](#)], [JCR, SNIP, WoS do 9. 8. 2021: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0,33, Scopus do 3. 12.

2019: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0,33] (1.01)

3. KIKELJ, Rado, PETROVIĆ, Igor. *Ogrodje letala Š1 : izračun bremen in trdnosti 1*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2021. 125 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [93578243](#)] (2.13)
4. PETROVIĆ, Igor, KOSEL, Tadej, MARZOCCA, Pier. *Deformable membrane wings : WP2 second year technical report*. [S. l.]: A2-NET-TEAM Consortium, 2014. 18 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [13861915](#)]. (2.13)