

NYÍREGYHÁZI EGYETEM
Műszaki és Agrártudományi Intézet
Közlekedéstudományi és Infotechnológiai Tanszék

Tantárgy: **Repüléselmélet I.**
2017/2018. tanév 1. félév
Hivatásos repülőgép-vezető szak I.
évf.

FOGLALKOZÁSI TERV

Tanítási hetek száma: 14
Előadás: heti 2 óra, félévi: 28 óra
Előadó: Szelestey Gyula

A tantárgy kredit értéke: 3
Gyakorlat: heti 1 óra, félévi 14 óra
Gyak. vez.: Szelestey Gyula.

Számonkérés formája: gyakorlati jegy

Zárthelyi dolgozatok száma: 3
49. hét

megírásának időpontja: 40, 45 és

Alkalmazástechnikai feladatok száma: 1

beadási határideje: 48. hét

Kötelező és ajánlott szakirodalmak:

- Principles of Flight OXFORD Aviation Training 2008
- Szelestey Gyula: Aeromechanika I. GATE MFK Nyíregyháza 1997.
- Szelestey Gyula: Repüléselmélet, elektronikus jegyzet 2013

A szorgalmi időszak követelményei:

A hallgatók munkájának értékelése az alábbi pontrendszer alapján történik.

Foglalkozásokon a jelenlét, fegyelmezett viselkedés és aktív munkavégzés a Tanulmányi és Vizsgaszabályzat szerint.

Alkalmazástechnikai feladattal szerezhető	25 p
Zárthelyi dolgozat 1. szerezhető	25 p
Zárthelyi dolgozat 2. szerezhető	25 p
Zárthelyi dolgozat 3. szerezhető	<u>25 p</u>
A maximálisan elérhető pontszám	100 p

Részfeladatonként min 50 %-os teljesítmény elérése kötelező!

Nyíregyháza, 2017. szeptember 01.

Szelestey Gyula
tantárgyfelelős

Dr. Sikolya László
tanszékvezető

36. HÉT **3 óra**
FIZIKA ÖSSZEFOGLALÓ, HIDROSZTATIKA

081 01 00 00 SZUBSZÓNIKUS AERODINAMIKA

081 01 01 00 Alapelvek, törvények és meghatározások

081 01 01 01 Törvények és meghatározások

- Mértékegységek
- Newton törvényei
- Ideális gáz egyenletek
- Impulzus egyenlet
- Kontinuitás egyenlete
- Bernoulli tétele
- Statikus nyomás
- Dinamikus nyomás
- Viszkózitás
- Sűrűség
- IAS, CAS, EAS, TAS, Mach-szám

081 01 01 02 Áramlástan alapismeretek

- Stacionárius áramlás
- Nem-stacionárius áramlás
- Áramvonal
- Áramcső
- Kétdimenziós áramlás
- Háromdimenziós áramlás

37. HÉT/ **3 óra**

081 01 01 03 Aerodinamikai erők felületen

- Eredő légerő
- Felhajtóerő
- Ellenállás
- Állásszög
- Erők és egyensúlyi helyzet emelkedés, vízszintes repülés, süllyedés és forduló alatt

081 01 10 04 A profil alakja

- Viszonylagos vastagság
- Húr(vonal)
- Kontúrvonal
- Orrsugár
- Íveltség
- Támadási szög
- Beállítási szög

081 01 01 05 A szárny alakja

- Terjedtség (fesztség)
- Karcúság
- Szárnytő húr
- Szárnyvég húr
- Szárny felülnézeti alak
- A szárnyfelület
- Közepes aerodinamikai húr (MAC)

38. HÉT/ **3 óra**

081 01 02 00 Kétdimenziós áramlás egy profil körül

081 01 02 01 Áramlási kép

081 01 02 02 Torló pont (0 sebesség, az áramlás szétválík)

081 01 02 03 Nyomáseloszlás

081 01 02 04 Nyomásközéppont – C_{mac}

081 01 02 05 Felhajtóerő és leáramlás

081 01 02 06 Ellenállás és örvénytér (az impulzus megszűnése)

081 01 02 07 Az állásszög hatása

081 01 02 08 Az áramlás leszakadása nagy állásszögeken

081 01 02 09 Felhajtóerő az állásszög függvényében

081 01 03 00 A légerőtényezők

081 01 03 01 A felhajtóerő (lift - L) tényező: C_L

-A felhajtóerő képlete

- $C_L - \alpha$ diagram

- C_{LMAX} és α

-A C_{LMAX} , α_{CRIT} , α_{STALL} normál értékei és a C_L /állásszög görbe

39. HÉT/ 3 óra

081 01 03 02 A légellenállás tényező: C_D

-Az ellenállás képlete

-Nulla felhajtóerő ellenállás

-Felhajtóerő által indukált ellenállás

- $C_D - \alpha$ diagram

- $C_L - C_D$ diagram, a profil polárisa

- $C_L - C_D$ viszonyszám

-A $C_L - C_D$ viszonyszám normál értékei

081 01 04 00 Háromdimenziós áramlás a repülőgép körül

081 01 04 01 Áramvonalkép rendszer

-A fesztáv irányú áramlás és következményei

-Szárnyvég örvények és helyi α

-Az örvények és a támadási szög

-Fel és leáramlásokból szárnyvég örvény

-Fesztáv irányú felhajtóerő eloszlás

-Örvény turbulencia a repülőgép mögött (a jelenség okai, eloszlás, élettartam)

40. HÉT/ 3 óra

081 01 04 02 Indukált ellenállás

-A szárnyvég örvények hatása a támadási szögre

-Az indukált helyi α

-Az indukált támadási szög hatása a felhajtóerő vektorra

-Indukált ellenállás és sebesség

-Indukált ellenállás és a szárny karcsúsága

-Indukált ellenállás és a szárny alaprajza

-Indukált ellenállási tényező

-Indukált ellenállási tényező és a támadási szög

-Az indukált ellenállás hatása a $C_L - \alpha$ diagramra

-Az indukált ellenállás hatása a $C_L - C_D$ diagramra

-A repülőgép polárisa, felhajtóerő – ellenállás viszony

-A parabolikus repülőgép poláris diagramon és képletben

-A síkmetszet hatása

-Szárnyvég lapok (winglets)

-Szárnyvég tartályok

-Szárnyfesztáv irányú terhelés

-A szárny elcsavarás hatása

-A szárnyíveltség változtatásának hatása

I. Zárthelyi dolgozat

41. HÉT/ 3 óra

081 01 05 00 A teljes ellenállás

081 01 05 01 A káros ellenállás

-Profilellenállás

-Interferencia ellenállás

-Súrlódási ellenállás

081 01 05 02 A profilellenállás és a sebesség

081 01 05 03 Az indukált ellenállás és a sebesség

081 01 05 04 A teljes ellenállás

081 01 05 05 A teljes ellenállás és a sebesség

081 01 05 06 Minimális ellenállás

081 01 05 07 Az ellenállás – sebesség diagram

081 01 06 00 A földhatás (párnahatás)

081 01 06 01 Hatása az indukált ellenállás (C_{DI}) tényezőre

081 01 06 02 Hatása az α_{CRIT} értékére

081 01 06 03 Hatása a C_L értékére

081 01 06 04 Hatása a repülőgép felszálló és leszálló jellemzőire
081 01 07 00 Összefüggés a felhajtóerő tényező és a konstans felhajtóerő sebessége között
081 01 07 01 Képletben kifejezve
081 01 07 02 Diagramon ábrázolva

42. HÉT/ 3 óra

081 01 08 00 Az átesés
081 01 08 01 Az áramlás leszakadása növekvő állásszögeken
-A határréteg
-Lamináris határréteg
-Turbulens határréteg
-Átmeneti határréteg
-Leválási pont
-Az állásszög hatása
-A leválás hatása
-A nyomás eloszlásra
-A nyomásközéppont helyzetére
-A C_L tényezőre
-A C_D tényezőre
-A bólintó nyomatékra
-A vízszintes vezérsík leáramlására
-A vibráció (buffet -- oszcilláció)
-A kormányszervek használata

43. HÉT/ 3 óra

081 01 08 02 Az átesési sebesség
-A felhajtóerő képlet szerint
-1 g átesési sebesség
-FAA definíció szerinti átesési sebesség
-Az alábbiak hatása az átesési sebességre:
-Súlypont
-Teljesítmény beállítás
-Magasság (műszer szerint)
-Felületi terhelés (W/S)
-Terhelési tényező (n)
-Fordulók
-Erők
081 01 08 03 Kiinduló átesés feszítávolság irányába
-A szárnyalaprajz hatás
-Aerodinamikai elcsavarás
-Geometriai elcsavarás
-A csűrők használata
-Áramlásterelő lapok (profil irányú), örvényterelő, belépőél lépcsőzés és vortex generátorok hatása
081 01 08 04 Átesésre figyelmeztető jelek, jelzések
-Az átesés-feljelmeztető jelzés fontossága
-Sebesség határérték
-Vibráció megjelenése
-Átesés-jelző szalag
-Flapper kapcsoló
-Kritikus állásszög jelző műszer (AOA – Angle of Attack)
-AOA vevő
-Kormányoszlop rázás (stick shaker)
-Kivétel átesésből

44. HÉT/ 3 óra

081 01 08 05 Az átesés különleges jelenségei
-Átesés teljesítménnyel
-Emelkedő és süllyedő fordulóban
-Hátranyilazott szárny

- Szuper vagy meredek átesés, kormányoszlop előrenyomó
- Kacsaszárny
- T alakú farok kialakítás
- Az átesés elkerülése
 - Dugóhúzóba esés lehetősége
 - Dugóhúzó felismerés
 - Kivétel dugóhúzóból
- Jéglerakódás (a torló ponton és a felületeken)
 - Elmarad a figyelmeztető jelzés
 - Rendellenes viselkedés átesés alatt
 - Vezérsík átesés

II. Zárthelyi dolgozat

45. HÉT/ 3 óra

081 01 09 00 C_{LMAX} növelő szerkezetek

081 01 09 01 Kilépőél fékszárnyak és ezek használata felszállásnál és leszállásnál

- A fékszárnyak különböző típusai
 - Osztott fékszárny
 - Féklap
 - Réselt fékszárny
 - Fowler flap

- Hatásuk a $C_L - \alpha$ diagramra
- Hatásuk a $C_L - C_D$ diagramra
- Fékszárny aszimmetria
- Hatásuk a bólintási szög változásra

081 01 09 02 Belépőél C_L növelő szerkezetek és használatuk szükségessége felszállásnál és leszállásnál

- Különböző típusok
 - Krüger lap
 - Íveltséget változtató lap
 - Réselt orr-segédzsárny
- Hatásuk a $C_L - \alpha$ diagramra
- Hatásuk a $C_L - C_D$ diagramra
- Orr-segédzsárny asszimmetria
- Manuális/automatikus működtetés

081 01 09 03 Vortex (örvény) generátorok

- Aerodinamikai működési elv
- Előnyök
- Hátrányok

46. HÉT/ 3 óra

081 01 10 00 Ellenállás-növelő (C_L / C_D viszonyt rontó) eszközök

081 01 10 01 Szpoilerek és használatuk szükségessége a repülés különböző fázisaiban

- Különböző funkciók:
 - Repülési (sebesség csökkentő) szpoilerek
 - Földi (áramlást lerontó) szpoilerek
 - Csűrő-növelő szpoilerek
 - Kombinált alkalmazásúak

- Hatásuk a $C_L - \alpha$ diagramra
- Hatásuk a $C_L - C_D$ diagramra és viszonyszámra

081 01 10 02 Ellenállás növeléssel sebességet csökkentő eszközök és használatuk szükségessége a repülés különböző fázisaiban

- Hatásuk a $C_L - C_D$ diagramra és viszonyszámra

081 01 11 00 A határréteg

081 01 11 01 Különböző típusok

- Lamináris
- turbulens

081 01 11 02 Homlokellenállásra és súrlódási ellenállásra gyakorolt hatásból származó előnyök és hátrányok

081 01 12 00 *Különleges repülési körülmények*

081 01 12 01 Jég és egyéb lerakódás

-jegesedés a torlópontnál

-jéglerakódás a felületekre (dér, hó, simajég)

-eső

-csapadék lerakódás a belépő élen

-hatásuk az átesésre

-hatásuk a kormányozhatóság elvesztésére

-hatásuk a felhajtóerő növelő szerkezetekre felszállásnál, leszállásnál és kis sebességen

-hatása a felhajtóerő/ellenállás viszonzszámra

081 01 12 02 A repülőgép sárkány deformációi és módosításai, a szerkezeti öregedés hatása

47. HÉT/ 3 óra

081 02 00 00 TRANSZONIKUS AERODINAMIKA

081 02 01 00 *A Mach szám fogalma*

081 02 01 01 A hang terjedési sebessége

081 02 01 02 A magasság és hőmérséklet hatása

081 02 01 03 Összenyomhatóság

081 02 02 00 *Merőleges lökeshullámok*

081 02 02 01 Kritikus M szám (M_{CRIT}) és ennek túllépése

081 02 02 02 Az alábbiak szerepe:

-Mach szám

-Kormánylap kitérés

-Állásszög

-Profil vastagság

-Nyilazási szög

-Területi szabály

48. HÉT/ 3 óra

081 02 02 03 Lökeshullám hatása az alábbiakra:

- C_L -- α diagram

- C_{LMAX} érték

- C_D koefficiens

- $C_L - C_D$ viszonzszám

081 02 02 04 Aerodinamikai felmelegedés

081 02 02 05 Nagysebességű átesés (shock stall)– Mach vibráció

081 02 02 06 Hatás az alábbiakra:

-Ellenállás

-Bólintó-szög (Mach trim)

-A nyomásközéppont elmozdulása, a nyilazási szög és a leáramlás hatására

081 02 02 07 Rázási határ (*buffet margin*), aerodinamikai csúcsmagasság

49. HÉT/ 3 óra

081 02 03 00 *Az M_{CRIT} túllépésének megelőzését szolgáló eszközök*

081 02 03 01 Vortex generátorok

081 02 03 02 Szuperkritikus profilok

-Formája

-A profilalak hatása a lökeshullámokra

-A szuperkritikus profil előnyei és hátránya

081 03 00 00 SZUPERSONIKUS AERODINAMIKA

081 03 01 00 *Ferde lökeshullámok*

081 03 01 01 Mach kúp

081 03 01 02 A repülőgép tömegének hatása

081 03 01 03 Kiterjeszkedő hullámok (*Expansion waves*)

081 03 01 04 Nyomásközéppont

081 03 01 05 Hullámellenállás

-Kormánylap felület csuklónyomaték

-Kormányfelület hatásfok

III. Zárthelyi dolgozat