

FOGLALKOZÁSI TERV

Tanítási hetek száma: 14
Előadás: heti 3 óra, félévi: 42 óra
Előadó: Szelestey Gyula

A tantárgy kredit értéke: 4
Gyakorlat: heti 1 óra, félévi 14 óra
Gyak. vez.: Szelestey Gyula.

Számonkérés formája: kollokvium
Zárthelyi dolgozatok száma: 2 **megírásának időpontja:** 15. és 21. hét
Alkalmazástechnikai feladatok száma: 1 **beadási határideje:** 21. hét

Kötelező és ajánlott szakirodalmak:

- Principles of Flight OXFORD Aviation Training 2014
- Szelestey Gyula: Aeromechanika I. GATE MFK Nyíregyháza 1997.
- Szelestey Gyula: Repüléselmélet kézirat, elektronikus jegyzet 2022

A szorgalmi időszak követelményei:

A foglalkozásokon a jelenlét, fegyelmezett viselkedés és aktív munkavégzés a Tanulmányi és Vizsgaszabályzat szerinti.

A hallgatók munkájának értékelése az alábbi pontrendszer alapján történik.

Alkalmazástechnikai feladattal szerezhető	14 p
Zárthelyi dolgozat 1. szerezhető	18 p
Zárthelyi dolgozat 2. szerezhető	18 p
<u>Kollokvium</u>	<u>50 p</u>
A maximálisan elérhető pontszám	100 p

Részfeladatonként min 50 %-os teljesítmény elérése kötelező a vizsgára bocsátáshoz!

Nyíregyháza, 2024. január 12.

Szelestey Gyula
tantárgyfelelős

Dr. Sikolya László
tanszékvezető

8. HÉT 1. foglalkozás 4 óra

FIZIKA ÖSSZEFOGLALÓ, HIDROSZTIKA

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 alapismertetek

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

9. HÉT 2. foglalkozás 4 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 (fesztáv)
- Karcsúság
- Szárnytó húr
- Szárnyvég húr
- Szárny felülnézeti alak
- A szárnyfelület
- Közepes aerodinamikai húr (MAC)

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 szétválik)

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 megsűnése)

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

10. HÉT 3. foglalkozás 4 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 feszítáv irányú áramlás és következményei

-Szárnyvég örvények és helyi α

-Az örvények és a támadási szög

-Fel és leáramlásokból szárnyvég örvény

-Feszítáv irányú felhajtóerő eloszlás

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

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

-Szárnyfeszítáv irányú terhelés

-A szárny elcsavarás hatása

-A szárnyívveltség változtatásának hatása

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

11. HÉT/ 4. foglalkozás 4 óra

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

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

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 fesztávolság irányába

- A szárnyalaprajz hatás

- Aerodinamikai elcsavarás

- Geometriai elcsavarás

- A csűrők használata

- Áramlásterelő lapok (profil irányú), örvényterelő, belépőél lépcsőzés és vortex generátorok hatá-

sa

12. HÉT 5. foglalkozás 4 óra

081 01 08 04 Átesésre figyelmeztető jelek, jelzések

- Az átesés-figyelmeztető 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

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 fark 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

13.HÉT 6. foglalkozás 4 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
 - Réselet fékszárny
 - Fowler flap

- Hatásuk a $C_L - \alpha$ diagramra
- Hatásuk a $C_L - C_D$ diagramra
- Fékszárny asszimmetria
- 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
 - Réselet orr-segéd szárny

- Hatásuk a $C_L - \alpha$ diagramra
- Hatásuk a $C_L - C_D$ diagramra
- Orr-segéd szárny asszimmetria
- Manuális/automatikus működtetés

081 01 09 03 Vortex (örvény) generátorok

- Aerodinamikai működési elv
- Előnyök
- Hátrányok

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

14.HÉT 7. foglalkozás 4 óra

081 01 11 00 A határréteg

081 01 11 01 Különböző típusok

- Lamináris
- turbulens

081 01 11 02 Homlokellenállásra és sűrűdési ellenállásra gyakorolt határból 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

15. HÉT 8. foglalkozás 4 óra

1. ZÁRTHELYI DOLGOZAT

081 04 00 00 STABILITÁS

081 04 01 00 *Egyensúlyi feltételek stabilizált vízszintes repülésben*

081 04 01 01 A statikus stabilitás előfeltételei

081 04 01 02 A nyomatékok összege

-Felhajtóerő és tömeg (súly)

-Ellenállás és vonóerő

081 04 01 03 Az erők összege

-A vízszintes síkban

-A függőleges síkban

081 04 02 00 *Az egyensúly elérésének módjai*

081 04 02 01 Szárny és vezérsík felületek (farok vagy kacsaszárny)

081 04 02 02 Kormányfelületek

081 04 02 03 Ballaszt vagy súlytrim

081 04 03 00 *Hosszstabilitás*

081 04 03 01 Alapok és definíciók

-Statikus stabilitás, pozitív, semleges és negatív

-A dinamikus stabilitás előfeltételei

-Dinamikus stabilitás, pozitív, semleges és negatív

-Csillapítás:

-Figoid lengés

-Rövid periódusú lengések

-A nagy magasság hatása a dinamikus stabilitásra

081 04 03 02 Statikus stabilitás

081 04 03 03 Semleges pont és ennek helye

-definíció

081 04 03 04 Az alábbi tényezők szerepe:

-repülőgép geometria

-leáramlások: a szárny aerodinamikai központja

081 04 03 05 A súlypont (C.G.) helye

-hátsó határnál, minimális stabilitási tartomány

-mellső helyzetben

-a statikus és dinamikus stabilitás hatása

081 04 03 06 A C_M -- α diagram

081 04 03 07 Az alábbiak szerepe:

-A súlypont (C.G.) helyzete

-Kormánylap kitérések

-A repülőgép nagy részegységei (szárny, törzs, farok)

-Konfiguráció

-Fékszárny helyzet,

-Futómű helyzet

16. HÉT 9. foglalkozás 4 óra

081 04 03 08 Magassági kormány helyzet – sebesség (IAS) diagram

081 04 03 09 Az alábbiak szerepe:

-Súlyponthelyzet (C.G.)

-Trim (trimlap)

- Trim (vízszintes vezérsík)
- 081 04 03 10 Kormányerő – sebesség (IAS) diagram
- 081 04 03 11 Az alábbiak szerepe:
 - Súlyponthelyzet (C.G.)
 - Trim (trimlap)
 - Trim (vízszintes vezérsík)
 - M szám /Mach trim
 - Súrlódás a rendszerben
 - Terhelő rugó
 - Ellensúly
- 081 04 03 12 Manőver/kormányerő – g terhelés viszony X X
- 081 04 03 14 Az alábbiak szerepe:
 - Súlyponthelyzet (C.G.)
 - Trim (trimlap)
 - Rugós terhelő
 - Ellensúly
- 081 04 03 15 Kormányerő/g hányados
 - alkalmassági bizonyítvány kategóriája
- 081 04 03 16 Különleges körülmények:
 - jegesedés
 - fékszárny kibocsátás hatása
 - vezérsík jegesedés hatása
 - eső
 - a sárkány deformációja

17. HÉT 10. foglalkozás 4 óra

- 081 04 04 00 Statikus iránystabilitás
- 081 04 04 01 β csúszási szög
- 081 04 04 02 Irány (yaw) nyomaték koefficiens C_N
- 081 04 04 03 C_N -- β diagram
- 081 04 04 04 Az alábbiak szerepe:
 - súlyponthelyzet (C.G.)
 - szárny nyilazási szög
 - a törzs nagy támadási szögeken
 - strakes
 - a függőleges vezérsík nyilazási szöge és előre meghosszabbítása (dorsal)
 - a repülőgép nagy részegységei
- 081 04 05 00 Statikus oldalstabilitás
- 081 04 05 01 Bedöntési szög
- 081 04 05 02 Orsózó (hossztengely körüli) nyomaték koefficiense: C_l
- 081 04 05 03 A β csúszási szög szerepe
- 081 04 05 04 A C_l -- β diagram
- 081 04 05 05 Az alábbiak szerepe:
 - a szárny nyilazási szöge
 - a függőleges vezérsík nyilazási szöge
 - a szárny elhelyezése
 - szárny V beállítás (le-föl)
- 081 04 05 06 Hatásos oldalstabilitás
- 081 04 06 00 Dinamikus oldalstabilitás
- 081 04 06 01 Aszimmetrikus légcsavarszél hatása
- 081 04 06 02 Zuhanóspirálra való hajlam
- 081 04 06 03 Holland orsó
 - okai
 - Mach szám
 - Oldallengés csillapító
- 081 04 06 04 A magasság hatása a dinamikus oldalstabilitásra

18. HÉT 11. foglalkozás 4 óra

- 081 05 00 00 KORMÁNYZÁS**
- 081 05 01 00 Általában

- 081 05 01 01 Alapok; a három sík, a három tengely
- 081 05 01 02 Íveltség változás
- 081 05 01 03 Támadási-szög változás
- 081 05 02 00 Bólintószög vezérlés*
- 081 05 02 01 Magassági kormány
- 081 05 02 02 Leáramlási hatások
- 081 05 02 03 Jég a vezérsíkon
- 081 05 02 04 A súlypont (C.G.) helyzete
- 081 05 03 00 Irányvezérlés (Yaw control)*
- 081 05 03 01 Pedál/oldalkormány kitérés viszonzyszám változtatás
- 081 05 03 02 A hajtómű teljesítmény által létrehozott nyomatékok
 - Közvetlen
 - indukált
- 081 05 03 03 Hajtómű meghibásodás
 - oldalkormány határok aszimmetrikus vonóerőnél
 - A V_{MCA} és V_{MCG} jelentése
- 081 05 04 00 Dőlésvezérlés*
- 081 05 04 01 Csűrőkormányok
 - Belső csűrők
 - Külső csűrők
 - Feladatuk a repülés különböző fázisaiban
- 081 05 04 03 Szpoilerek
- 081 05 04 04 Ellentétes függőleges tengely körüli elfordulás
- 081 05 04 05 Az ellentétes elfordulás elkerülésének eszközei
 - frise csűrők
 - differentiált csűrő kitérítés
 - a csűrők és az oldalkormány rugós kapcsolata
 - elforgató (roll) szpoilerek
 - az aszimmetrikus légcsavarszél hatása
- 081 05 05 00 Kölcsönhatás különböző síkokban (yaw/roll)*
- 081 05 05 01 Az aszimmetrikus teljesítmény korlátozásai (határai)

19. HÉT 12. foglalkozás 4 óra

- 081 05 06 00 A kormányerő csökkentésének eszközei*
- 081 05 06 01 Aerodinamikai kiegyensúlyozás
 - orr kiegyensúlyozás
 - külső kiegyensúlyozás
 - belső kiegyensúlyozás
 - kiegyenlítő lap, ellentétes feladatú (antibalansz) lap
 - szervo kiegyenlítő lap
 - rugós kiegyenlítő lap
- 081 05 06 02 Mesterséges kiegyensúlyozás
 - (hidraulikus) rásegítő vezérlés
 - teljes hidraulikus vezérlés
 - mesterséges kormányerő létrehozása
 - dinamikus nyomás bemenet
 - vezérsík állítás
- 081 05 07 00 Tömeg kiegyensúlyozás*
- 081 05 07 01 A kiegyensúlyozás indokai
 - eszközök
- 081 05 08 00 Trimmelés*
- 081 05 08 01 A trimmelés szükségessége
- 081 05 08 02 Trimlapok
- 081 05 08 03 Vezérsík trim – trim érték a sebesség (IAS) függvényében
 - A C.G. helyzet hatása a trim /vezérsík beállításra felszállásnál

081 07 00 00 LÉGCSAVAROK

- 081 07 01 00 A motor nyomaték vonóerővé alakítása*
- 081 07 01 01 A beállítási szög (pitch) jelentése
- 081 07 01 02 Légcsavarlapát elcsavarás

081 07 01 03 Fix beállítási szög, változtatható szög/konstans sebesség
081 07 01 04 Légcsavar hatásfok a sebesség függvényében
081 07 01 05 A légcsavar jegesedés hatása
081 07 02 00 Hajtómű meghibásodás vagy leállás
081 07 02 01 Légcsavar önforgás (szélkerék) ellenállása
-Elfordítási nyomaték (yaw) aszimmetrikus teljesítmény esetén
081 07 02 02 Vitorlába állítás
-Hatása a siklási teljesítményre
-Hatása a legyező (yaw) nyomatéokra aszimmetrikus teljesítménynél

20. HÉT 13. foglalkozás 4 óra

081 07 03 00 Tervezési jellemző a rezgés csillapításra
081 07 03 01 Légcsavarlapát karcsúság
081 07 03 02 Légcsavar átmérő
081 07 03 03 Légcsavar lapátok száma
081 07 03 04 Légcsavar zaj
081 07 04 00 A légcsavar működésénél keletkező nyomatékok és a forgatónyomaték
081 07 04 01 Forgatónyomaték reakcióerő
081 07 04 02 Giroszkóp precesszió
081 07 04 03 Aszimmetrikus légcsavarszél (légáram) hatás
081 07 04 04 Aszimmetrikus lapáthatás

21. HÉT 14. foglalkozás 4 óra

2. ZÁRTHELYI DOLGOZAT

081 08 00 00 REPÜLÉS MECHANIKÁJA

081 08 01 00 A repülőgépre ható erők
081 08 01 01 Egyenes vonalú állandósult vízszintes repülés
081 08 01 02 Egyenes vonalú állandósult emelkedés
081 08 01 03 Egyenes vonalú állandósult süllyedés
081 08 01 04 Egyenes vonalú állandósult siklás
081 08 01 05 Állandósult koordinált forduló
-Bedöntési szög
-Terhelési tényező
-Forduló sugár
-Szögsebesség
-Egyértékű ($3^\circ/s$) forduló