



ZMNE REPÜLŐMŰSZAKI INTÉZET

REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

XVII. évfolyam 37. szám

2005.



**A ZRÍNYI MIKLÓS
NEMZETVÉDELMI EGYETEM
TUDOMÁNYOS KIADVÁNYA**

Repüléstudományi Közlemények
XVII. évfolyam 37. szám
2005/1.

Szerkesztette:
Békési Bertold

A szerkesztőség címe:
5008, Szolnok, Kilián út 1.
Telefon: 56-510-535 (79-68 mell.)

Szerkesztőbizottság:

Dr. Péter Tamás, dr. Pokorádi László, Varga Béla, dr. Szántai Tamás, Bottyán Zsolt,
dr. Pintér István, dr. Óvári Gyula, Békési Bertold, dr. Rohács József, Kovács József,
dr. Gedeon József, dr. Szabó László, dr. Szabolcsi Róbert, Vörös Miklós

Lektorai Bizottság:

Dr. Péter Tamás, dr. Pokorádi László, dr. Szántai Tamás, dr. Óvári Gyula
dr. Rohács József, dr. Németh Miklós, dr. Gedeon József, dr. Szabolcsi Róbert,
dr. Horváth János, dr. Gausz Tamás, dr. Sánta Imre, dr. Pásztor Endre,
dr. Kurutz Károly, dr. Nagy Tibor, dr. Ludányi Lajos, dr. Kuba Attila,
dr. Jakab László

Felelős kiadó: Dr. Szabó Miklós, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem rektora
Felelős szerkesztő: dr. Lükő Dénes
Tervezőszerkesztő: Békési Bertold
Készült a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem nyomdájában, 200 példányban
Felelős vezető: Kardos István

ISSN 1417-0604

TARTALOMJEGYZÉK

HADTUDOMÁNYI ROVAT

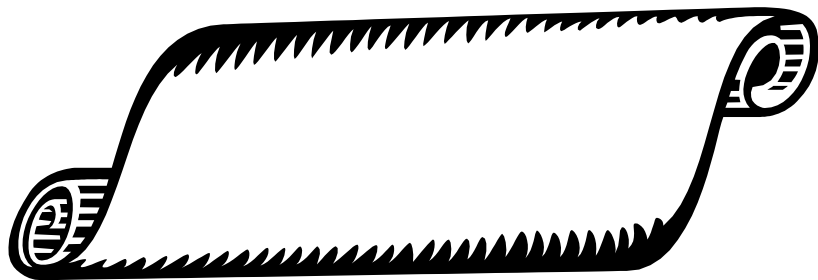
Hadnagy Imre József Alapfokú repülőtiszt-képzés a Honvéd Kossuth akadémián (1947–49)	7
Berkovics Gábor–Krajnc Zoltán–Palik Mátyás A román katonai repülés első évtizedei (1911–1940)	23
Hadnagy Imre József Repülő hadműveleti és harcászati képzés a Honvéd akadémián, majd a jogutódjánál a Zrínyi Miklós katonai akadémián (1950–1957)	33

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI ROVAT

Szegedi Péter A SZOJKA–III nemirányított repülőgép analízise	55
Fülek András A sugárhajtóművek környezeti terhelése	69

MŰSZAKI TUDOMÁNY ROVAT

Szegedi Péter A SZOJKA–III pilóta nélküli repülőgép repülésszabályozójának tervezése LQR módszerrel	87
Urbán István A Magyar Honvédség légi járműveinek navigációs berendezései	103
Szegedi Péter SZOJKA–III oldalirányú mozgás szabályzóinak előzetes tervezése pólus áthelyezés módszerével	119
Rezümé	127
Szerzők	129



HADTUDOMÁNYI ROVAT

Rovatvezető: Dr. Pintér István
Rovatszerkesztők: Dr. Óvári Gyula
Békési Bertold

Dr. Hadnagy Imre József

ALAPFOKÚ REPÜLŐTISZT-KÉPZÉS A HONVÉD KOSSUTH AKADEMIÁN (1947–49)

BEVEZETÉS

Az 1947. február 10-én aláírt párizsi békeszerződés alapján Magyarország jogot kapott egy 70 000 fős hadsereg megszervezésére és fenntartására. A szerződés szerint a szárazföldi erő, ide értve a határőr-csapatokat, a légvédelem és a folyami flottilla erőit összesen 65 000 fő, a légi-haderő 90 db repülőgéppel, 5 000 fő lehetett.¹ [4, 5]

A magyar katonatiszt — köztük a repülőtiszt — képzés jogi alapját jelentette, hogy a Magyar Köztársaság országgyűlése 1947. szeptember 15-én ratifikálta a Párizsi Békeszerződést. [4, 5]

Ez évben látott napvilágot az a rendelet, amely egy új tiszti és tiszthelyettes képző iskola, a Honvéd Kossuth Akadémia felállítására intézkedett. Később 1948-ban döntés született a Honvéd Petőfi Nevelőtiszti Akadémia (itt, amely a névből is kiderül, nem parancsnoki képzést folyt), majd 1950-ben a Honvéd Akadémia létrehozására. [4, 5, 6]

1947 őszén kezdte munkáját a Honvéd Hadi Akadémia, amelynek feladata a magasabb beosztások betöltésére parancsnokok képzése volt, ez a tanintézet tulajdonképpen vezérkari-tisztképző iskolának tekintendő. A hallgatók (köztük egy repülőtiszt Gombás László százados) nagy óraszámban hallgattak hadászatot, hadtörténelmet, a haderőnemek alkalmazásával foglalkozó, valamint társadalomtudományi tantárgyakat. Ennek az intézménynek a működését 1949. augusztus 06-i hatállyal a Vezérkar Főnök beszüntette, tekintettel arra, hogy a magasabb képesítésű tisztek képzésének átszervezéséről döntés született. Ez az oktatási intézmény is a később megalakult Honvéd Akadémia, a teljes profilú felsőfokú tisztképzés „fellegvárának”, integráns része lett. [5, 6]

Az 1947. október 01-én megalakult „Honvéd Kossuth Akadémia olyan tiszti és tiszthelyettesi kar kiképzését tűzte ki célul, amely 1848 haladó szellemében hű őre és védelmezője a magyar demokráciának”². Ebben az intézményben ta-

¹ Mucs-Zágoni: A Magyar Néphadsereg története 1945-1959. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1979. 149-150. oldal.

² Iván Dezső: A magyar katonai repülés története 1945 – 1956. HM. Oktatási és Tudományszervező Főosztály, Budapest, 1999. 36. oldal.

nultak azok a repülőtiszt jelöltek is, akik később a demokratikus haderő légierejének vezető beosztású tisztjei, parancsnokai lettek. [4]

1947-1957 között alapfokú repülőtiszt-képzés folyt:

- a Honvéd Kossuth Akadémián (1947-1949);
- az 1. Honvéd Repülő Hajózó Kiképző Osztálynál. (A Kilián György Repülő Hajózó, a Vasvári Pál Repülő Szakkiképző Tiszti Iskola jogelődjénél);
- a Kilián György Repülő Hajózó Tiszti Iskolán (1949-57);
- Vasvári Pál Repülő Szakkiképző Tiszti Iskolán (1949-57);
- a repülő alosztály-parancsnoki tanfolyamokon (1948-51);
- a repülő törzstiszti tanfolyamokon (1949-1950);
- a Szovjetunió repülőtiszt iskoláin (1949-52).

Felsőfokú repülőtiszt-képzés folyt:

- a Hadi Akadémián (1947-49);
- a Honvéd Akadémián (1950-1955);
- a Zrínyi Miklós Katonai Akadémián (1955-57);
- a Szovjetunió Repülőparancsnoki Akadémiáján (Monyinóban);
- a Szovjetunió Zsukovszkij Repülőmérnöki Akadémiáján (Moszkvában).

AZ ALAPFOKÚ REPÜLŐTISZT-KÉPZÉS KÉT ÉVE A HONVÉD KOSSUTH AKADÉMIÁN

A Honvéd Kossuth Akadémián az oktatás csak novemberben kezdődött. Az Akadémia kiképzési és tanulmányi ügyeket intéző szervezetében két repülő tiszti (a mai értelmezés szerint előadói-oktatói munkakör), és két tiszthelyettesi hely volt rendszeresítve. Pálos Géza³ őrnagyot nevezték ki repülőtanulmány-

³ **Pálos Géza repülő alezredes** (1915-2001) a Ludovika Akadémián elsőfokú pilótaképzést kapott, 1937-ben avatják hadnaggyá, ekkor Pécsre a közelfelderítő századhoz kerül, később bombázórepülő, 1939-ben nagytávolságú repülések során megfigyelte a Lengyelország ellen felvonuló német csapatokat, repülőgép-vezető és oktató. 1942-ben elvégezte a vezérkari tanfolyamot, ezt követően hadműveleti beosztásba kerül előbb összekötő, majd a 2. repülőcsoport vezérkari főnök-ségén vezérkari tiszt, felderítő repülő. A II. világháborúban kétszer sebesült meg. 1945-ben amerikai fogságba kerül. 1947-ben a Kossuth Akadémián repülőtanulmány-vezető, megszervezi az egy és kétéves repülőtiszt-képzést, repülőharcászatot és egyéb szaktantárgyakat oktatott. Az új magyar légierő törzsében különböző beosztásokat látott el. 1952-ben, mint a hadműveleti osztály vezetőjét, letartóztatták, 5 év börtönre ítélték. A jogsértő ítéletet felülvizsgálták, őt 1954-ben szabadlábra helyezték. (Repülési Lexikon. II. rész. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1991 140. oldal.) Szabadulása után megfigyelés alatt tartották. Ezért volt katonatársaival nem vette fel a kapcsolatot. A polgári életben, mint fejlesztőmérnök, a papíriparban tevékenykedett. 1990-ben rehabilitálják és előléptetik ezredessé. A Magyar Szárnyak Baráti Kör elnöke, évekig szervezi a Magyar Szárnyak évkönyv kiadását. Magas kora ellenére aktív társadalmi életet élt. 2001. 10. 21-én, életének 87. évében rövid betegség után hunyt el. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 220. oldal.).

felelősnek, Kovács Pál⁴ főhadnagyot pedig a tiszthelyettesi zászlóalj negyedik század harmadik szakasza parancsnokának. A negyedik századba kapott beosztást Dóra Ambrus⁵ őrmester repülőgép-vezető. A másik tiszthelyettesi hely nem került feltöltésre.⁶ [4, 6]

A tiszti zászlóaljba az egy éves tanfolyami képzésre felvett hallgatók - köztük 5 fő repülő (egy hajózó, négy műszaki) tiszthelyettes, a tiszthelyettesi zászlóaljba a hároméves képzésre felvett — köztük 10 fő repülő fegyvernemi — (abban az időben akadémikusoknak nevezett) hallgatók voltak beosztva.⁷ Az utóbbi 10 fős csoportnak volt tagja, a ma már nyugdíjas, dr. Szabó József repülő vezérőrnagy⁸, a hadtudomány (a Magyar Tudományos Akadémia - MTA) doktora,

⁴ **Kovács Pál százados:** A Kossuth Akadémia után 1949. október 1-jével kinevezik a Honvéd Killián György Repülő Hajózó Tiszti Iskola kiképző ezredének parancsnokává. Elsajátítja a Jak-9P harci gépen való repülést, és rendszeresen oktat is harci gépen. 1951 nyarán célrepülést végez Jak-9-el a nagyoroszi lőtér felett a tüzerek részére, amikor a gép kigyullad, a gépet el kell hagynia. Égő ejtőernyővel ér földet, súlyos égési sérüléseket szenved. A honvédség beírta a Műszaki Egyetemre, ahol vegyészmérnöki képesítést szerez, a polgári életben, mint vezető, vegyész nagyvállalatoknál dolgozik. A 70-es évek végén hunyt el, katonai tiszteletadással temették el. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 221. oldal.)

⁵ **Dóra Ambrus alhadnagy:** mint a háború alatti „Pumás” vadászpilóta önként jelentkezett a demokratikus hadseregbe és Mátyásföldön az 1. Honvéd Repülő Kiképző Osztály keretében oktatatta az 1948 nyarán kihelyezett akadémikusokat. 1949 őszén őrmesterből alhadnaggyá előléptetve beiskolázták a szovjet légierő monyinói repülőparancsnoki akadémijára, de egy év után eredménytelenségre hivatkozva hazatért és a „tisztogatás” következtében a polgári életbe távozott. Tapolcán telepedett le, további sorsáról keveset tudunk. A 80-as években hunyt el. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 222. oldal.)

⁶ Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 188. oldal.

⁷ Iván Dezső: A magyar katonai repülés története 1945 – 1956. HM. Oktatási és Tudományosrendező Főosztály, Budapest, 1999. 38. oldal.)

⁸ **Szabó József repülő vezérőrnagy** (1928-) honvéd vezérőrnagy, a hadtudomány doktora, címzetes egyetemi tanár. 1947 nyarán jelentkezett a Kossuth Akadémiára, 1949. március 14.-én avatták alhadnaggyá. A tiszti iskolán a repülő osztályban tanult, Mátyásföldön gyakorlati repülő kiképzésen vett részt. 1948. június 28-án repült egyedül Bücker Bü-131 Jungmann típusú repülőgéppel, s az elsők között lett a háború után repülőgép-vezető. 1949-ben Szolnokon és Kecskeméten Bücker Bü-181 Bestmann és AVIA C-2 Aradó-96B típusokon folytatta repülő kiképzését. 1949 őszén, Kecskeméten a 41. vegyes repülőezrednél repülő-rajparancsnok. 1950 tavaszán előkészítő tanfolyamra, ősszel a Szovjetunió Légierő Parancsnoki Akadémiájára vezénylik. Ez utóbbi elvégzése után a ZMKA repülő tanszékén dolgozott. 1956. szeptemberben a Légierő Parancsnokságra helyezik át kiképzési osztályvezető-helyettesnek. 1957 tavaszától a Vezérkar Légvédelmi Csoportfőnökségen, majd az Országos Légvédelmi Parancsnokságon kiképzési osztályvezető, közben repülő kiképzést folytat a MigG-15 típuson és megszerzi az I. osztályú harci repülőgép-vezetői címet. 1959 őszén kinevezik a Repülő Kiképző Központ parancsnoka repülési helyettesének. 1961 ősztől a veszprémi légvédelmi hadosztály repülőfőnöke. 1961-ben átképzésen vesz részt a MiG-21 típusra, és elsőként repül az új szuperszonikus repülőgépen. 1962. április 4.-én a diszelvegység parancsnokaként a MiG-21 köteléket vezeti. Megszervezi és irányítja

egyetemi magántanár, hosszú időn keresztül a Magyar Hadtudományi Társaság (MHTT) elnöke. Az egyéves és a hároméves képzésre felvettek az Üllői úton levő Ludovika Akadémián kezdték meg tanulmányaikat [4, 6].

1947 – 1948

Az intézmény falai között nagy nehézségek után októberben beindult a képzés, de itt csak elméleti képzésre volt lehetőség. Tankönyvek, jegyzetek nem lévén azok elkészítéséről is gondoskodni kellett. Az oktatási segédeszközök biztosításához nagy segítséget adott a Daróci úti Központi Raktár (Budapest XI. kerület), amelyben a szemléltető oktatás megoldásához repülőgép-metszetet, légcsavart, motorellenőrző és egyéb műszereket bocsátott az oktatók rendelkezésére [4, 6].

A repülő hallgatók harcászati képzését Pálos Géza, más fegyvernemi osztályoknál ezt a feladatot Kovács Pál végezte, a többi szakmai tantárgy oktatását megosztva hajtották végre. A repülőharcászati ismeretek oktatása minden tanecsoportnál 20 tanóránál folyt. A repülőharcászat tananyaga a szárazföldi haderőnimmel való együttműködés kérdéseit, valamint a repülőerők légvédelmi feladatait ölelte fel. A repülő hallgatók részére más tantárgyakba „beépítve” lényegesen több órában oktatták ezt a tananyagot [4, 6].

Az egyéves tiszti tanfolyam hallgatói többéves csapatszolgálattal rendelkeztek. Velük a személyügyi szervek úgy számoltak, hogy a tanfolyam befejezése után a csapatoknál a szakszolgálatok irányítását végzik. Ezért a tanfolyamon elsősorban az általános katonai ismereteiket, a repülőismereteiket bővítették és

a kecskeméti vadászrezred átképzését MiG-21 típusra. 1967 őszén a Vezérkar Hadműveleti Csoportfőnökségére helyezik, 1972 őszén a repülőfőnökség felállítását végző törzsbe nyert beosztást. 1973. január 1.-től a repülőfőnök első helyettese. 1976-tól részt vesz az első szovjet-magyar űrrepülés előkészítésében, 1977-től az Interkozmosz Tanácsban képviseli a Honvédelmi Minisztériumot. A hadtudománnyal, ezen belül a légierő harci alkalmazásával kapcsolatos kérdésekkel több, mint harminc éve foglalkozik. Mintegy hatvan szakcikke, tudományos dolgozata jelent meg. 1969-ben kandidátusi, 1989-ben a hadtudomány doktora tudományos fokozatot szerez, s kinevezik c. egyetemi tanárnak. Széleskörű tudományos szervezői tevékenységet folytat. Több mint negyedszázada tagja a Tudományos Minősítő Bizottság Hadtudományi Szakbizottságának, a Magyar Asztronautikai Társaság alapító és elnökségi tagja. A Magyar Hadtudományi Társaság (MHTT) alapító tagja, alelnöke, majd elnöke. 1983-86-ban a Magyar Néphadsereg repülőfőnöke, majd nyugállományba helyezéséig (1988. december 1.-ig) a Magyar Tudományos Akadémián dolgozik. A magyar repülés érdekében jelenleg is tevékenykedik. Elnöke volt a Magyar Hadtudományi Társaságnak (MHTT). (Repülési Lexikon. II. rész. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1991. 538-539. oldal.).

1990 decemberétől az MHTT alelnöke, 1995-2004 között elnöke. Tudományos tevékenysége elismeréseként Zrínyi díjat (1998), majd Tanárky Sándor-díjat (2002) kapott. Ma is több egyetemen repüléselméletet, úrdinamikát tanít. 2003 novemberében elsőként kapta meg „A magyar repüléstudományért” kitüntető címet és érmet. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 216. oldal.).

mélyítették el. Ezt a célt szolgálta a motortan, repülőanyag-ismeret, gyártástechnológia, repülőgép- és fegyverismeret, a fényképezés alapjai tantárgyak oktatása. A repülőharcászati képzés csak a repülők alapfeladataira, a földi csapatok harcának támogatására, a tüzerrepülésre terjedt ki. Repülőhíradó-ismeret az általános híradóismeretek tantárgy keretében tanulmányozták⁹ [4, 6].

A hároméves akadémikusok képzési tervében az I. évfolyamra vonatkozóan repülő-szakkiképzés szerepelt, azaz repüléselméletet, navigációt, meteorológiát, motor- és sárkánytant, termodinamikai ismereteket, repülőgép-szerkezetant, motorellenőrzési, navigációs műszer ismertet kellett a hallgatóknak elsajátítani. Ez kellő alap volt a repülőgép-vezetői képzés megkezdéséhez. Repülőgépek még nem voltak, ezért a gyakorlati képzés ezen az évfolyamon ekkor még nem indult be [4, 6].

A II. és III. évfolyamon a repülőharcászat keretében a repülőcsapatnemek szervezetét, feladatait kívánták megismertetni a hallgatókkal. A tervezők ekkor már egyedül repülő akadémikusokkal is számoltak, ezért az elméleti képzés időszakában heti egy alkalommal karbantartó repülés is beállítottak a tervekbe. A gyakorlati kiképzés időszakában intenzív repülőgép vezetői képzésben részesültek volna az akadémikusok. A III. évfolyamot befejező zárógyakorlatra repülő harc kiképzést és megfigyelő kiképzést terveztek. A kiképzési terv kellő támogatást kapott Horváth Barna¹⁰ vezérkari őrnagytól, biztosítva az Akadémiát a vezérkar repülő osztályának teljes támogatásáról [4, 6].

Az alapkiképzés után december elején megkezdődött az elméleti képzés. A tantervben a katonai, a szakmai tantárgyak mellett irodalom, és egyéb más általános műveltségi tárgyak is szerepeltek. Az akadémikusok szívesen sportoltak, vívtak, lovagoltak, öttusáztak, úsztak, sportlövészettel foglalkoztak. Általában nagy figyelmet fordítottak az állóképességre, fizikai erőnlétre, az egészséges életmódra. Szerdánként kijártak Mátyásföldre, ahol gyakorlati foglalkozáson ismerkedtek a repülőtérrel, majd a repülőgépekkel [4, 6].

1948. április 1-je — az 1. Repülő Kiképző Osztály megalakulása — után a tisztjelöltek rendszeresen jártak gyakorlati kiképzésre. 1948. június 14-e és au-

⁹ Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 189. oldal.

¹⁰ **Horváth Barna ezredes:** A háború utáni első légierő-parancsnok helyettese. 1951. február 26-án letartóztatták és koncepciós perben – hűtlenség, államellenes összeesküvés, szabotázs vádjával – 1951. május 24-én tizenhárom társával együtt elítélték, és mint első számú vádlottat halálra ítélték, de kegyelemből életfogytiglanra változtatták azt. 1956 augusztusában szabadlábra helyezték, majd 1958 májusában „bizonyítottság hiányában” érvénytelenítették, de a „flek” rajta maradt, csak fizikai munkakörben tudott elhelyezkedni. Megkeseredetten, a börtönben szerzett betegség következtében 1982. október 2-án Budapesten elhunyt. A rendszerváltás után 1990. június 16-án „bűncselekmény hiányában” rehabilitálták és előléptették ezredessé. Szülőfaluja – Szakcs – főterén a Magyar Veterán Repülők Szövetsége tiszteletére emlékművet állított. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 199-220. oldal.).

gusztus 5-e között a Kossuth Akadémia repülőképző-osztály szervezésében és alárendeltségében intenzív repülő gyakorlati képzésre került sor. A gyakorlati képzés helyszíne Mátyásföld volt, ahová kihelyezésre került az akadémia oktató állományából 6 tiszt, 2 tiszthelyettes, valamint az egyéves tanfolyami képzésen résztvevő 5 fő tiszthelyettes és 10 fő akadémikus hallgató. A kihelyezett részleg parancsnoka Pálos Géza őrnagy volt. A gyakorlati képzés időtartamára a részleg a Kiképző Osztály parancsnokának alárendeltségébe került. Az akadémikusok alapfokú repülőgépvezető-képzésen vettek részt, a cél a 106 LE-s (Bücker) Bü-131¹¹ iskolagépen az egyedül repülés elsajátítása volt. Úgy számoltak, hogy 120-150 kétkormányos (oktatóval történő) felszállás után az akadémikusok egyedül repülők lesznek. A napi három-négy iskolakör elegendő lesz a feladat megoldásához. Három csoportban gyakoroltak, a vezető oktatók Kovács Pál főhadnagy, Dóra Ambrus őrmester, Tóth Zoltán alhadnagy voltak. A gyakorlat során, 1948. július 28-án, egyedül repülést hajtott végre Szabó József akadémikus. A kihelyezés eredményesen záródott, a 10 fő hajózó növendékből a gyakorlati képzés végére 9 fő egyedül repült, 1 fő kiképzésre alkalmatlannak bizonyult. A kiképzésre rendelkezésre álló 6 hét alatt 12 repülési nap kiesett, ennek ellenére a hallgatók 2200 alkalommal szálltak fel és 238 órát repültek, személyenként külön-külön 110 fel-, és leszállást hajtottak végre, valamint 20 órát töltöttek a levegőben. [4, 6]

Ez év júliusában a Honvéd Kossuth Akadémia repülőrésztlegéhez, korábban a Magyar Királyi Honvéd Légierőben szolgált, tisztek egy csoportját (Mándy Tibor főhadnagy, Mezőlaki József alhadnagy, Hlavnyai László alhadnagy, Selmeci János műszaki hadnagy) vonultatták be, azzal a számvetéssel, hogy a következő kiképzési évben a szak-, és elméleti oktatói feladatokat ők végzik [4, 6].

1948. augusztus 5-e után az akadémia hallgatói Tapolca – Zalahaláp térségében éleslövészettel egybekötött harcászati gyakorlatot tartottak. A gyakorlaton hat tiszt (Pálos Géza őrnagy, Kovács Pál főhadnagy, Mándy Tibor¹² főhadnagy,

¹¹ **Bücker-131 Jungmann** – korszerű iskolagép, kétüléses, a háború után a katonai és a polgári repülőtereken iskolázásra és műrepülésre használták. 1934-ben hajtotta végre az első repülést. Az elsőket a Luftwaffe számára készítették. Sok európai ország megvásárolta. A legnagyobb licencvásárló Japán volt (1037 db). Magyarországon a Horthy Miklós Nemzeti Repülőalap és a légierő mintegy 200 Bü-131A, B, és D kiképzőgépet vásárolt 1936-44 között. A háború után a helyreállított gépeket kiképzésre használták. A repülőgép kategóriája könnyű iskola és műrepülőgép. A motor 106 LE-s Hirth HM 504A-2 sorosmotor. Legnagyobb sebessége 183 km/h tengerszinten. Utazósebesség 170 km. Hatótávolság: 650 km. Csúcsmagasság: 5000 m. (Fegyverzet: négy darab 1-2 kg-os repesz- vagy rombolóbomba a szárnyak alá függesztve.) Tömeg: a max. felszálló 680 kg. Méretek: fesztávolság – 7, 4 m, hossz – 6, 6 m, magasság – 2, 25 m, szárnyfelület – 13, 5 m². (Mester Kiadó kártyái 14/23.)

¹² **Mándy Tibor nyá. alezredes:** A Királyi Légierőben főhadnagyként a gyorsbombázóknál repült. 1948 nyarán a Kossuth Akadémia tanára lett. 1949. február elején vezetésével tettek meg háromnapos menetgyakorlatot a II. éves repülő akadémikusok Budapestről Várpalotára. 1949 tavaszán beiskolázták előkészítő tanfolyamra, de néhány hét múlva letartóztatták és koncepció

Mezőlaki József¹³ alhadnagy, Hlavnyai László¹⁴ alhadnagy, Selmeczi János műszaki hadnagy – tulajdonképpen a repülő szakképzettségű oktatók csoportja), öt tiszti tanfolyamot végzett hallgató, és tíz akadémikus vett részt. Az Akadémia zászlóalj szintű harcászati gyakorlatán a repülő akadémikusok 3 db Bü-131-el Tapolcára települtek, ahol felderítő feladatot, sőt csatarepülést is végeztek [4, 6].

A gyakorlaton résztvevő repülőgépek a zárónapon rajkötelékben indultak haza Mátyásföldre. A vezérgépen Pálos Géza őrnagy ült Mándy Tiborral, a kísérekben Kovács Pál főhadnagy és Mezőlaki József alhadnagy, valamint Tóth Zoltán¹⁵ alhadnagy akadémikus-oktató és Hlavnyai László alhadnagy repültek. Csopak felett repültek, amikor Tóth Zoltán alhadnagy gépe kivált a kötelékből és Alsóörs - Balatonalmádi térségében kényszerleszállást hajtott végre. Pálos Géza őrnagy fölöttük körözve észlelte, hogy kikászálódnak a repülőgépből, ezt követően a közeli Szentkirályszabadján leszállt. Az ottani szovjet repülőktől gépkocsit kért, és egy orvossal a kényszerleszállás helyszínére ment. A sérülteket elsősegélyben részesítették, szerencsére a személyzet csak könnyebben sérült meg, de a repülőgép használhatatlanná vált [4, 6].

A Honvéd Kossuth Akadémián 1948. augusztus 19-én avattak először tiszteket, köztük öt repülő hallgatót, ők korábban a Magyar Királyi Honvéd Légierő-

perben kémkedésért, hűtlenségért 3 évi börtönrre ítélték. 1952 őszén szabadul, csak fizikai munkásként tud dolgozni, később műszaki főiskolát végez, és művezetőként dolgozik. 1989-ben rehabilitálják, és századosá léptetik elő. 1993-ban őrnagy lesz, majd 1998-ban érdemei elismeréseként alezredessé léptetik elő. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 222. oldal.).

¹³ **Mezőlaki József százados:** A Kossuth Akadémia tanára. 1949. október 1-jével kinevezik a Honvéd Kilián György Repülő Hajózó Tiszti Iskola parancsnok-helyettesévé. Átképzést kap Jak-9 harci gépre. Ezután a Légierő Parancsnokságon kiegészítő szemlélő és főleg haderőn kívüli repülőképzéssel foglalkozik, az OMRE, MRSZ polgári szervek felé végez felügyelői tevékenységet. 1957-ben a légierőtől a MALÉV-hez távozik. Átképzést kap Il-14, majd később Il-18-as szállítógépre, amelyen európai járatokon repül. 1957-ben Stockholmból nem tért vissza a járatával, nyugaton maradt, s ott megnősült. Tudomásunk szerint a 80-as években hunyt el. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 221. oldal.).

¹⁴ **Hlavnyai László őrnagy:** A Kossuth Akadémia tanára. Közvetlenül az Akadémia megszűnte után leszerelt. A polgári életben - a Diósgyőri Vasgyárban - helyezkedett el, mint adminisztrátor. Az 1956-os forradalomban aktív szerepet játszott, ezért elítélték és több évig volt börtönben. A rendszerváltás után rehabilitálták és előléptették őrnaggyá. A BAZ megyei Szabadságharcos Szövetség elnökeként végzett társadalmi munkát. 1995-ben váratlanul elhunyt. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 221. oldal.).

¹⁵ **Tóth Zoltán repülő őrnagy** (1911-1950). A Magyar Királyi Honvéd Légierőben tiszthelyettesként szolgált, több évig hadifogságban volt, majd hivatásos törzsőrmester, a tisztiiskolát elvégezve alhadnagy, a II. világháború után felállított első harciezred ezredparancsnoka. A 41. önálló vegyes repülőezred ezredparancsnoka Kecskeméten, itt gyakorló légi harc közben katasztrófát szenvedett. (Repülési Lexikon. II. rész. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1991. 404. oldal.).

ben tiszthelyettesként szolgáltak. Az avatottak név szerint:¹⁶ Tóth Zoltán alhadnagy repülőgép-vezető, Berdó Imre alhadnagy fegyver- és bombaszer-szerelő, Tóth Sándor alhadnagy repülőfényképész, Rajnai Béla alhadnagy repülőgép-szerelő, és Mihály István alhadnagy rádiótávíró. A felavatottakból ketten – Tóth Zoltán és Mihály István alhadnagy - az Akadémián, a többiek az 1. Honvéd Repülőképző Osztálynál kaptak beosztást.¹⁷ [4, 6]

1948 – 1949

Az új képzési év beindításához számos nehézséggel kellett megküzdeni. Például az új kiképzési tervben a Kiképzési Csoportfőnökség irányelvei a II. éves repülő akadémikusok repülőgép-vezetői tudásának karbantartására nem biztosított volna időt. Ezt a lehetetlen helyzetet orvosolta Zalka András¹⁸ ezredes, akit az ekkor szerveződő Repülő Szemléltetés élére terveztek kinevezni, (1948. december 1-én a kinevezése meg is történt.). A körülmény fonákosságát átlátva utasítást adott, hogy az elméleti képzés időszakára az I. évfolyam hallgatói a repülés előtti gyakorlati ismereteket sajátítsák el, a motorpróbát gyakorolják, szokatatórepüléseken vegyenek részt. A II. éves akadémikusok a kiképző repülő osztály minden gépén repüljenek, de az új UT-2 (Galamb) repülőgépen is tanuljanak meg repülni, a kétkormányos ellenőrző repülések végrehajtása után iskolaköröket és fordulógyakorlatokat végezzenek. A fegyvernemi igények beépítése az akadémiai képzés terveiben nagy előrelépést jelentett, a szaktisztek korszerű képzését alapozta meg. Ezzel egyidőben megfogalmazódott az igény a fegyvernemi tiszti iskolák létrehozására. Ekkor már világos volt, hogy a repülők esetében tiszti iskola csak valamelyik repülőtéren alakulhat meg [4, 6].

Az Akadémia repülőgép-vezető oktatóit szeptemberben átképezték az UT-2 iskolagépeken való repülésre és azon való repülés oktatására [4, 6].

1948. október végéig mintegy 2000 fiatal jelentkezett repülő- és ejtőernyős-képzésre. Közülük 120-at szándékoztak ejtőernyősnek, 200-at repülő-hajózásnak, és 180-at földi beosztásra kiképezni Szolnokon. A legjobban képzett fiatalokat a

¹⁶ Iván Dezső: A magyar katonai repülés története 1945 – 1956. HM. Oktatási és Tudományos-szervező Főosztály, Budapest, 1999. 212. oldal.).

¹⁷ Iván Dezső: A magyar katonai repülés története 1945 – 1956. HM. Oktatási és Tudományos-szervező Főosztály, Budapest, 1999. 58. oldal.).

¹⁸ **Zalka András mk. ezredes:** A légierő szemléltetője, majd a Honvéd Repülőcsapatok Parancsnoka, végül 1949. december 1-jétől a Honvéd Légierő parancsnoka, egészen 1951. március 3-ig, amikor repülő koncepciók perben a letartóztatott tisztekkel való szolidaritása, mellettük való kiállása miatt 1951. március 3-án leváltottak. A légierő fejlesztésével kapcsolatos kérdésekben – a realitás talaján állva – összeütközésbe került a katonai felsővezetéssel. Előbb a Budapesti Műszaki Egyetemen — mint tanszékvezető és dékánhelyettes — oktatói tevékenységet folytatott, majd Argentínában és Japánban hazánk nagykövete volt. Nyugállományba vonulását követően is, 2004-ben bekövetkezett haláláig aktív közéleti és tudományos tevékenységet folytatott. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 219. oldal.).

Honvéd Kossuth Akadémiára irányították, szám szerint 80 főt, akik közül a speciális orvosi vizsgán sokan nem feleltek meg. A kiesőket a más fegyvernemekhez felvettekből, ejtőernyősökből, vitorlázórepülőkből pótolták. [4, 6]

1948. október 20-án kezdődött a kiképzési év. Ebben az időben alakult meg az Akadémia alárendeltjeként a Róbert Károly körúti laktanyában a Gábor Áron kiképzőezred, amelynek az 5. századába mintegy 100 fő I. és II. évfolyamos repülőakadémikust és 20 fő hadihajós-akadémikust osztottak be. A század parancsnoka Emmerling István¹⁹ százados (őrnagy), nevelőtiszt Mezőfi István²⁰ hadnagy, század kiképző-oktató Kovács Pál, Mándy Tibor, Selmeczi János főhadnagyk, Mezőlaki József, Tóth Zoltán, és Hlavnyai László alhadnagyk voltak. Az Akadémia parancsnokságnál a repülő fegyvernemet továbbra is Pálos Géza őrnagy képviselte [4, 6].

A létszámában megnövekedett oktató állomány színvonalasabb szakmai munkát végezhetett, így Emmerling István őrnagy a navigáció elméleti és gyakorlati kérdéseit, a repülőgép-vezetést, Selmeczi János alhadnagy a motor- és repülőgéptani ismereteket, Pálos Géza őrnagy a repülőharcászatot oktatta, egyéb tárgyak oktatását a többi oktató végezte [4, 6].

¹⁹ **Emmerling István alezredes:** A Kossuth Akadémia megszűnésével kinevezik a Honvéd Killián György Repülő Hajózó Tiszti Iskola törzsparancsnokává és előléptetik alezredessé. Nagy pedagógiai és repülő szakmai tapasztalatait felhasználva, itt tevékenykedik 1951 augusztus 7-éig, amikor egy repülőkatasztrófa ürügyén néhány társával együtt váratlanul eltávozták. Mondják: utolsó kérését teljesítették, könnyes szemmel még végigmehetett a repülőtér objektumai között, így búszúzott a repülőéletől. A polgári életben való munkásságáról pontos adatokat nem tudunk. Haláláról a 70-es évek végén a napi sajtóból értesültünk. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 220. oldal.).

²⁰ **Mezőfi István** (1926-1960): repülő alezredes, hadosztályparancsnok. A BSZKRT-től került az MKP országos propagandaosztályára politikai munkatársnak, majd pártiskola-vezető Veszprémbe. 1948. szept. 15-én önként vonult be a hadseregbe, és mint nevelőtiszt a Kossuth Akadémián kapott beosztást. Itt került kapcsolatba a repüléssel, amikor a repülőosztály tagjait elkísérte Mátyásföldre, gyakorlati kiképzésre. 1949-ben a Killián Repülő Tiszti Iskolán főhadnagyi rendfokozatban ezred-politikaitiszt beosztást látott el, majd 1950-ben ugyanilyen beosztást tölt be a 41. önálló vegyes repülőezrednél is. 1950 őszén kinevezték a szentkirályszabadjai hadosztály parancsnokának, őrnagyi rendfokozatban. 1951-ben, alig 26 éves korában kinevezik az első, sugárhajtású repülőgépekkel felszerelt vadászipülő-hadosztály parancsnokának, és alezredesi rendfokozatba léptetik elő. 1951 tavaszán Kunmadarason az első, MiG-15 típusú repülőgépekre történő átképzésre kijelölt csoport parancsnoka, s az első magyar vadászpilóta, aki önállóan repül sugárhajtóműves vadászgépen. 1953-tól kiképzési osztályvezető a Légierő Parancsnokságon, ahonnan 1955 őszén a Szovjet Légierő Akadémiájának parancsnoki tagozatára vezénylik. Az Akadémiát 1959-ben kitűnő eredménnyel végezte el, s kinevezik a Repülő Kiképző Központ (Kecskemét) parancsnokának. Alig egy évet tölt ebben a beosztásban, amikor 1960. június 17-én éjszakai repülés közben MiG-17PF típusú repülőgéppel, az utolsó feladatról vizsztatérőben a repülőtértől néhány kilométerre katasztrófát szenvedett. (Repülési lexikon II. rész. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1991. 58-59.p.).

A hadsereg gyorsított ütemű fejlesztése, gyorsított kiképzéssel párosult. A II. éves akadémikusok 1949. március 5 és 10 között Mándy Tibor parancsnoksága alatt éleslövészettel egybekötött harcászati gyakorlaton vettek részt. A gyakorlótérre — Várpalotára — a levonulás harcszerű menetgyakorlat keretében történt meg, közben az oktatók UT-2 repülőgépekkel alacsony támadásokat hajtottak végre ellenük. A gyakorlat jól sikerült [4, 6].

1949. március 14-én a II. évfolyam akadémikusait, valamint az egy éves tiszti tanfolyam hallgatóit²¹ ünnepélyesen tisztté avatták [4, 6].

A repülővezető-képzéshez az 1. Repülő Hajózó Kiképző Osztálynál Zlin-381 (Fecske), Avia-C2 (Aradó 96B) és UT-2 (Galamb) oktató repülőgépek álltak rendelkezésre (Szolnokon, Kecskeméten).

Az 1949. május 1-jei díszszemlén az Akadémia repülőgép-vezető oktatói is részt vettek a vegyes légi osztály kötelékében [4, 6].

A II. éves akadémikusok avatásuk után, fiatal tisztként, továbbra is az Akadémia repülőszázadánál maradtak. Mátyásfüzöden, azzal a céllal, hogy Kecskeméten folytatják repülőgép-vezetői kiképzésüket. A kiképzés végén Szolnokon pilótavizsgát tettek [4, 6].

Az I. éves akadémikusok elméleti képzése novemberben kezdődött, a gyakorlati foglalkozásokra Mátyásfüzödre jártak. December 20-án UT-2 repülőgépeken már elkezdték a szokatórepülést. A létszám 80-ról 70 főre olvadt, mert az akkor „divatba jövő politikai játéknak” — a tisztoztatásnak — többen is áldozatul estek. Később a létszám még tovább csökkent, mert többeket²² a Szovjetunióban induló hajózásképzésre válogattak ki [4, 6].

²¹ Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 205. oldal.

Az 1949. március 14-én felavatott II. éves repülő akadémikusok /repülőgép-vezetők/ (HK. 9/1949.)

Bencze Károly hadnagy	Lázár János hadnagy
Szabó József alhadnagy	Földi István alhadnagy
Vizinger Géza alhadnagy	Vadas Jenő alhadnagy
Laczkó István alhadnagy	Cinkotai István alhadnagy
Bábel János alhadnagy	Debreczi Erik Gábor alhadnagy
Az egyéves tiszti tanfolyam hallgatói	
Bajcsi Endre alhadnagy	Simkó Gyula alhadnagy
Barabás Zoltán alhadnagy	Batta József alhadnagy
Móricz Viktor alhadnagy	Juhász János alhadnagy
Puha Ferenc alhadnagy	Szűnyogh János alhadnagy
Zimmermann József alhadnagy	Gyulavári Gyula alhadnagy
Pásztor Miklós alhadnagy	Szalkai Sándor alhadnagy

Hradetzky József alhadnagy

(Ők a Magyar Királyi Honvéd Légierőben tiszthelyettesként szolgáltak. Közülük csak Bajcsi Endre alhadnagy kapott hajózó beosztást, a többiek hadtáp, törzs, műszaki, azaz földi beosztásba kerültek.)

²² Vörösmarty Béla, Szántó Lajos, Bábel János, Jekkel Rudolf, Horváth Sándor, Tézsila Ferenc, Diószegi Ferenc, Eraszimusz Miklós, Iván Dezső, Eöri Elek, Lukács Sándor, Dobrovics József.

A nyári táborozáskor megoldandó hajózó kiképzést Kecskemétre tervezték, ahová a kiképző repülőgépek (Galamb /UT-2/, Fecske, Holló /Avia-C2/, Varjú) zömét összevonták. A kiképzésért Tóth Lajos²³ főhadnagy (Drumi) a Kiképző Osztály 3. századának parancsnoka volt a felelős, az oktatók Mezőlaki József alhadnagy, Kovács Pál főhadnagy, D Kiss Béla őrmester, Kérges László²⁴ szakaszvezető, Szűts Csaba főhadnagy, Tobak Tibor²⁵ hadnagy, Ónody Mihály főhad-

Az utolsó négyet egy hónap múlva visszairányították az Akadémiára. A többi hallgatót — Bábel János kivételével, akit már korábban tisztté avattak — 1949. július 17-én alhadnaggyá avatták. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 207. oldal.)

²³ **Tóth Lajos alezredes** (Drumi): Mint az 1. Honvéd Repülő Hajózó Kiképző osztály 3. századának parancsnoka oroszlanrészt vállalt 1949 nyarán az alárendelt akadémikusok sikeres repülőgyakorlati kiképzésében (egyedül repülés, műrepülés, útvonalrepülés). 1949 őszén kinevezték a megalakuló első harci repülő ezred, a 41. vegyes repülőezred 1. vadászrepülő-századának parancsnokává. 1950. május 1-jével ezredparancsnok-helyettesi, majd 1950 őszén már a Jak-9 dugattyús motoros 25. vadászrepülő hadosztályparancsnok-helyettesi beosztásba helyezik. 1951. március 3-án koholt vádak alapján letartóztatják, koncepciós perben május 24-én halálra ítélik, és június 11-én kivégzik. 1990. június 16-án, a rendszerváltás után rehabilitálják „bűncselekmény hiányában”, és előléptetik posztumusz alezredessé. Sírja azonban ismeretlen, ezért a Magyar Veterán Repülők Szövetsége emléktáblát állít fel a rákoskeresztúri temető 301-es parcellájánál. A kutatás eredményeként maradványait megtalálják a 298-as parcellában és 2003. szeptember 17-én katonai tiszteletadás mellett történt meg ünnepélyes eltemetése ennek a nagyszerű embernek, igaz repülőnek, a 28 légi győzelmes vadászpilótának, az önkény, a diktatúra áldoztának. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 222. oldal.)

²⁴ **Kérges László hadnagy**: A királyi légierőben a 101. Puma ezredben szolgált, mint szakaszvezető. Nagy gyakorlati, oktatói tapasztalattal rendelkezett. 1948 elején vonult be az 1. Honvéd Kiképző Osztályhoz. Bü-141 Csíz iskolagéppel a Kossuth Akadémiától kihelyezett akadémikusok oktatásával foglalkozott. 1949-ben Kecskeméten már UT-2 iskolagépen oktatott. 1949 őszén beosztást nyert a 41. vegyes repülőezred 1. századához rajparancsnoknak, s átképzésen vett részt a Jak-9P vadászgépre. Kétkormányos harci gépen oktatta a fiatal tiszteket 1950 nyarán, miközben őrmesteri, majd alhadnagyi rendfokozatot kapott. 1950 őszén a Jak-9-el felszerelt 25. hadosztály 24. ezred 3. századának parancsnoka lesz hadnagyi rendfokozattal. Az 1951. évi nagy „tisztozkodás” során — amikor osztályidegen embereket távolítanak el légierőtől — őt leszerelik. A polgári életben helyezkedett el, majd 1956 novemberében elhagyta az országot. Belgiumban az építőiparban dolgozott, ahol a 80-as években munkahelyi baleset során életét veszítette. (Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004. 222-223. oldal.)

²⁵ **Tobak Tibor nyá. ezredes**: (1921-2001) 1939-ben döntötte el, hogy vadászpilóta lesz. 1943. augusztus 20-án avatták a kassai Horthy Miklós Repülő Akadémián hadnaggyá. A legendás híró 101. Puma Vadászrepülő Osztály pilótája lesz, a háborút súlyos sérüléssel és öt légi győzelemmel fejezte be. A háború után a szakmájához közelálló munkát az Országos Meteorológiai Szolgálatnál talált. Az újjászerveződő légierőbe hívják, hogy oktatója legyen a fiatal repülőgép-vezető generációnak, munkája azonban tiszavirág életű, mert 1951 tavaszán letartóztatják, és a repülőtiszték koncepciós perében hosszú börtönbüntetésre ítélik. 1956 nyarán szabadul, továbbra is viseli a „horthysta katonatiszt” bélyeget, aminek következményeként csak fizikai munkát végezhet. Kitulja villanyszerelő szakmát, és mint csoportvezető megy nyugállományba. Teljes rehabilitációt a rendszerváltás után kap. Sokoldalú irodalmi tevékenységet folytat, számos folyóiratban jelennek meg írásai, megjelenteti első könyvét a Pumák égen földön, amely a vadászpilóták életéről, az

nagy, Tóth Zoltán alhadnagy, Tóth János főtörzsőrmester, és még mások voltak. A kiképzés célja, hogy az akadémiások a Galamb (UT-2) repülőgépen egyedül tudjanak repülni, műrepülést végrehajtani, a ZLIN-381 repülőgépen oktatóval, majd egyedül a vándorrepülést sajátítsák el. A korábban tisztté avatottak pedig Holló (Avia-C2) repülőgépen ugyanezeket egyedül végezzék, és szerezzenek jártasságot az egyedülrepülésben. Közben fel kellett készülni a tisztavátásra. [4, 6]

Az elsőéves akadémiásokat²⁶, 1949. július 17-én tisztté (46 főt), illetve tiszthelyettségé (24 főt) avatták. Az akkori időkben szokásossá váló procedúrát

olykor reménytelen harcukról, a halálra szántak bátorságáról szól. Alapító tagja, és első elnöke a Magyar Veterán Repülők Egyesületének (ma már Szövetségének). 1992-ben megszervezte a „Nyújtsunk egymásnak békejobbot” jelszóval a második világháborúban hazánk légtérében egymás ellen harcoló pilóták — eddig páratlan — találkozóját. (Magyar Szárnyak XXIX. évfolyam 2001. évi 29. szám. Magyar Szárnyak Baráti Köre, Budapest 2001. 272-273. oldal.)

²⁶ Iván: i.m. 212-213. oldal.

Az I. éves repülő akadémiások névsora (HK. 21/1949. 357. oldal):

Laczkovics Károly alhadnagy	Kiss Gyula alhadnagy
Balogh Gyula alhadnagy	Katona Antal alhadnagy
Bán István alhadnagy	Lukács Sándor alhadnagy
Balogh János alhadnagy	Liki István alhadnagy
Balogh József alhadnagy	Mataisz Márton alhadnagy
Bodor Béla alhadnagy	Majoros József alhadnagy
Balatonai János alhadnagy	Molnár László alhadnagy
Bojtos István alhadnagy	Palcsovics József alhadnagy
Eraszimusz Miklós alhadnagy	Pelczéder Lajos alhadnagy
Diószegi Ferenc alhadnagy	Perge Imre alhadnagy
Dobrovics József alhadnagy	Rácz Imre alhadnagy
Eöri Elek alhadnagy	Racskó Károly alhadnagy
Horváth Sándor alhadnagy	Sárosi Gyula alhadnagy
Halász József alhadnagy	Szántó Lajos alhadnagy
Hartl János alhadnagy	Szabó Gyula alhadnagy
Jekkel Rudolf alhadnagy	Szabó Sándor alhadnagy
Juhász János alhadnagy	Szabó Péter alhadnagy
Józsa István alhadnagy	Török József alhadnagy
Illás János alhadnagy	Tézsla Ferenc alhadnagy
Iván Dezső alhadnagy	Vida Fábán alhadnagy
Ivánfi János alhadnagy	Vörösmarty Béla alhadnagy
Kapitány István alhadnagy	Varga József alhadnagy
Király Kálmán alhadnagy	Zegnál József alhadnagy
Valamint a tiszthelyettes akadémiások (repülőgép-vezetők), akiket egy év múlva léptettek elő alhadnaggyá.	
Csere Lajos főtörzsőrmester	Vadovszki Ferenc főtörzsőrmester
Köteles András főtörzsőrmester	Szabó Vilmos törzsőrmester
Berta László törzsőrmester	Szilágyi Béla törzsőrmester
Fritz János törzsőrmester	Varga Géza törzsőrmester
Kiss László törzsőrmester	Varga László törzsőrmester
Berena Béla törzsőrmester	Kónya Pál törzsőrmester
	Pintér István törzsőrmester

val — a már tiszti, illetve tiszthelyettesi egyenruhába öltözött fiatalok közül — váratlanul, az avatás előtt 18 főt kiléptettek a sorból, és azonnali hatállyal — megbízhatatlanság miatt — leszerelték őket. [4, 6]

Az avatás előtt Emmerling István őrnagy századparancsnok átadta a parancsnokságot Tóth Zoltán alhadnagynak, akit soron kívül századossá léptettek elő. Az avatás után a repülő tisztek visszatértek Kecskemétre gyakorlati képzésre. A század újonnan kinevezett parancsnoka Tóth Zoltán százados feladatot kapott az ősszel hadrendbe kerülő 41. vegyes harci repülő ezred felállításával kapcsolatos munkák végzésére. Az elsőéves akademikusok kibocsátásával a továbbiakban a Kossuth Akadémia – mint egységes tisztképző iskola megszűnt, és megkezdődött a fegyvernemi tiszti iskolák felállítása.

1949. 07. 15-én Huba László századost kinevezték a Repülő Hajózó Tiszti Iskola parancsnokának, a politikai tiszt Dósa István főhadnagy lett. A Repülő Szakkiképző Tiszti Iskola parancsnoka Rajnai Béla százados, politikai tisztje Fekete Lajos százados lett. [4, 6]

Itt egy kis kitérőt kell tenni, mert 1948-49-ben a Honvéd Kossuth Akadémián kívül repülőtiszteket, és tiszthelyetteseket képeztek az 1. Honvéd Repülő Hajózó Kiképző Osztálynál és az alosztály-parancsnoki tanfolyamon. Repülő műszaki tisztképzés a repülőcsapatoknál ekkor nem folyt, az 1949. 07. 15-e után a Honvéd Vasvári Pál Repülő Szakkiképző Tiszti Iskolán kezdődött meg. [4]

A repülő fegyvernemi iskolák felállításáig repülőtisztte 149, tiszthelyettesé 101, összesen 250 hallgatót avattak. Ebből 176 repülőgép-vezető, 34 fő hajózó–megfigyelői képzettségű, 40 fő pedig törzs, repülő anyagi – műszaki és hadtáp, valamint ejtőernyős képzettséggel rendelkezett. [4]

Az I/I. Repülő Hajózó Kiképző osztálynál 1948. szeptember 6-tól 1949. szeptember 24-ig képezett hallgatókat 1949. 09. 24-én avatták repülőtisztte és tiszthelyettesé.²⁷ Az alosztály-parancsnoki tanfolyamon az oktatás 1949. 05. 06-án kezdődött a kibocsátásra²⁸ 1949. 10. 16-án került sor. [4]

Boros Tibor őrmester
Benke Sándor őrmester
Csipes Sándor őrmester
Horváth Imre őrmester
Hammer Mihály őrmester

Hauser László őrmester
Jakab János őrmester
Mészáros Antal őrmester
Misch Antal őrmester
Sántha Gábor őrmester
Tóth II. József őrmester

²⁷ Az I/I. Honvéd Repülő Kiképző Osztálynál végzett hallgatók (repülőgép-vezetők és megfigyelők):

Kiss Árpád hadnagy megfigyelő
Csallóközi Miklós alhadnagy
Garai Imre alhadnagy
Györffy Miklós alhadnagy
Kozsik Tibor alhadnagy
Paár Ferenc alhadnagy
Pisch József alhadnagy

Tóth Géza hadnagy
Barócsi Tibor alhadnagy
Cseri Iván alhadnagy
Dombos Ferenc alhadnagy
Egyed György alhadnagy
Erszény István alhadnagy
Gaál Ferenc alhadnagy

Ribi Tibor alhadnagy
Szeltner József alhadnagy
Balda János alhadnagy
Mess Ottó alhadnagy
Sankó István alhadnagy
Berta Ferenc alhadnagy megfigyelő
Borsodi Árpád alhadnagy megfigyelő
Hinek Emil alhadnagy megfigyelő
Krajczár Tibor alhadnagy megfigyelő
Major László alhadnagy megfigyelő
Szikora László alhadnagy megfigyelő
Béler Gyula alhadnagy
Balázs Tamás főtörzsőrmester megfigyelő
Lánci István főtörzsőrmester megfigyelő
Mészáros László főtörzsőrmester megfigyelő
Varga László főtörzsőrmester megfigyelő
Révész Gyula főtörzsőrmester
Sörös János főtörzsőrmester
Seregély Félix főtörzsőrmester
Székelyhidi György főtörzsőrmester

Nagy II. Béla törzsőrmester
Szászi Béla törzsőrmester
Ábrahám Béla törzsőrmester megfigyelő
Balikó György törzsőrmester
Balogh József törzsőrmester megfigyelő
Fejes Sándor törzsőrmester megfigyelő
Gáborik Imre törzsőrmester
Grósz József törzsőrmester
Huszár Jenő törzsőrmester
Kiss István törzsőrmester megfigyelő
Király István törzsőrmester megfigyelő
Kovács Ferenc törzsőrmester
Nagy II. Sándor törzsőrmester
Kurunczi János őrmester
Balogh János őrmester
Benkő Ernő őrmester megfigyelő
Borbély Sándor őrmester megfigyelő
Bordás József őrmester
Bugyi János őrmester
Fehér János őrmester
Guzsik Alfréd őrmester
Hangai László őrmester
Hornisch Vilmos őrmester megfigyelő
Horváth Imre őrmester
Horváth II. József őrmester
Horváth János őrmester
Kadai György őrmester
Kovács György őrmester megfigyelő
Koppa Dezső őrmester megfigyelő

Halmágyi Albert alhadnagy
Hagymási Jenő alhadnagy
Hável Pál alhadnagy
Markó Gyula alhadnagy
Nagy I. Béla alhadnagy
Sándor Ervin alhadnagy
Szabó Lajos alhadnagy
Szijj Róbert alhadnagy
Wolfart Ferenc alhadnagy
Szekrényesi Károly alhadnagy
Varga Géza alhadnagy
Demeter Árpád alhadnagy
Hujter Gyula főtörzsőrmester megfigyelő
Novák Mihály főtörzsőrmester
Rajcsányi József főtörzsőrmester
Roskoványi János főrm. megfigyelő
Sárközi Imre főtörzsőrmester
Szepesi Attila főtörzsőrmester
Werle Péter főtörzsőrmester megfigyelő
Deme Mihály főtörzsőrmester
Bódizság Ferenc főtörzsőrmester
Németh Sándor törzsőrmester
Mészáros Sándor törzsőrmester
Obrotka Gyula törzsőrmester megfigyelő
Sulyok László törzsőrmester megfigyelő
Sirák Géza törzsőrmester
Szabó László törzsőrmester
Szepesi Tibor törzsőrmester megfigyelő
Takács Béla törzsőrmester megfigyelő
Turcsányi József törzsőrmester
Varga László törzsőrmester megfigyelő
Boros Tibor törzsőrmester
Szabó István törzsőrmester
Mucsi József őrmester
Kruzsán György őrmester.
Papp József őrmester
Papp Ferdinánd őrmester megfigyelő
Pálfalvi Vilmos őrmester megfigyelő
Pál József őrmester megfigyelő
Pálóczi Gyula őrmester
Pehely Géza őrmester
Radványi László őrmester
Rieger Viktor őrmester megfigyelő
Simon Béla őrmester megfigyelő
Szívók István őrmester megfigyelő
Szemenyei Imre őrmester
M. Tóth János őrmester
Újvári Géza őrmester
Vass Rudolf őrmester
Vass Lajos őrmester

BEFEJEZÉS

A Honvéd Kossuth Akadémián végzett repülőtisztek közül sokan már egészen fiatalon — a kissé nagyra méretezett repülő haderőnem — felelős beosztású parancsnokai lettek. Voltak, akik avatásuk után néhány évvel repülőhadosztályt, repülőezredet, repülőszázadot vezettek, különböző törzsekben töltöttek be vezető beosztást. Az 1956-os forradalom és szabadságharc után a tisztek egy része önként távozott a hadseregből, többeket büntetésből eltávolítottak. A hivatásos szolgálatot vállalók közül többen magasabb katonai képzést szerezve a legfelsőbb katonai vezetés felelős posztjaira kerültek. Sokan egyetemet, főiskolát végeztek, egyesek tudományos fokozatot szereztek, polgári és katonai tanintézetekben oktattak, az átszervezett magyar haderő felelős beosztásaiban dolgoztak. A Kossuth Akadémián végzett repülőtisztek a katonai szolgálat teljesítése során becsülettel teljesítették vállalt kötelezettségeiket.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Repülési Lexikon 1. rész. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1991.
- [2] Repülési Lexikon. II. rész. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1991.
- [3] Zrínyi Miklós Katonai Akadémia 1950-1975. (Szerkesztette: Zágonyi Ernő). Zrínyi Nyomda, Budapest, 1975.

Klopcsik György őrmester megfigyelő	Wilhelm Sándor őrmester
A tiszthelyetteseket egy év múlva alhadnaggyá léptették elő.	
²⁸ Az 1949. október 16-án kibocsátott hallgatók repülőgép-vezetői, törzs és hadtáp tiszti képzést szereztek.	
Berényi Lajos százados	Fehér József főhadnagy
Koplányi István főhadnagy repülőgép-vezető (rgv)	Benkő Pál főhadnagy
Nagy István főhadnagy rgv.	Samák Károly főhadnagy
Nagy István főhadnagy	Sarkadi István főhadnagy
Vajai László főhadnagy	
Molnár János hadnagy	Bihari László hadnagy rgv.
Fehér Miklós hadnagy rgv.	Papp László hadnagy
Sebők Zoltán hadnagy rgv.	Nagy Béla hadnagy
Gera Béla hadnagy rgv.	Oláh János hadnagy
Kiss Béla hadnagy rgv.	Nagy Árpád hadnagy
Farkas Lajos hadnagy rgv.	Diófalvi Rezső hadnagy
Császár István alhadnagy	Sipos Lajos alhadnagy rgv.
Demeter Sándor alhadnagy	Pukánszky József alhadnagy rgv.
Dömör László alhadnagy	Németh Rezső alhadnagy
Vojtinszky Ferenc alhadnagy	Dombrádi István alhadnagy rgv.
Vagyon Gábor alhadnagy	Simkó Béla alhadnagy rgv.
Miska János alhadnagy	Horváth Zoltán alhadnagy
Nagy Sándor alhadnagy	Gáncs Gyula alhadnagy
Szabó Ernő alhadnagy rgv.	Hausknecht Róbert alhadnagy

- [4] IVÁN Dezső: A magyar katonai repülés története 1945 – 1956. HM. Oktatási és Tudomány-szervező Főosztály, Budapest, 1999. 36. oldal.).
- [5] MUCS-ZÁGONI: A Magyar Néphadsereg története 1945-1959. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1979.
- [6] Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány, Budapest, 2004.
- [7] Magyar Szárnyak XXIX. évfolyam 2001. évi 29. szám. Magyar Szárnyak Baráti Köre, Budapest, 2001.

A ROMÁN KATONAI REPÜLÉS ELSŐ ÉVTIZEDEI (1911–1940)

BEVEZETÉS

Wilbur és Orville Wright 1903. szeptember 14-ei sikeres repülő kísérletükkel új dimenziót és új távlatokat nyitottak meg az emberiség történetében. Ezen lehetőségek természetesen nem kerülték el a katonai vezetők figyelmét sem, hiszen a repülőgépek — és a már előbb megjelent hadi léggömbök, léghajók — háborús alkalmazhatósága nyilvánvaló volt. Az I. világháborúig a különböző légi és légi hadviselési eszközök fejlődése robbanásszerűen gyors volt. Ezt jól mutatja az a tény is, hogy az 1911-es francia, német és osztrák–magyar nagy gyakorlatokon már használtak repülőgépeket katonai feladatokra: pontosabban felderítő és futárszolgálatra.

1912-ben, a Tripoli háborúban a repülőeszközöket a felderítésen kívül, már tűzhelyesbítésre és bombavetésre is használták. Az olaszok 1912. március 1-jén repülőgépről lefényképezték a török állásokat. Később 300–500 méter magasságból bombákat is dobáltak, igaz, ekkor még csak kézzel. A repülőgépek segítették a lövegek tűzvezetését és tűzhelyesbítését is. 1912. március 5-től a léghajók is megkezdtek a felderítő tevékenységet, március 10-től, pedig már bombákat is dobáltak a fedélzetükről. Az olaszoknak összesen 25 darab repülőgépe és néhány léghajója vett részt a háborúban. A harcok során a fő feladatukat a felderítés jelentette.¹ A Balkán-háborúban szintén sor került repülőgépek harci alkalmazására.

Az I. világháborúban már a harcok kezdetén bebizonyosodott a légi hadviselési eszközök használhatósága és hatékonysága, hiszen felderítő tevékenységük és az ezen alapuló tűzérési tűz vezetése jelentős veszteségeket okozott. A repülőeszközök feladatai hamarosan tovább bővültek, így például képesek voltak csapatok, közlekedési csomópontok és objektumok bombázására is, valamint az ellenséges repülőgépek ellen, a saját hasonló harci eszközök harcvetése is elengedhetetlenné vált. Bár a háború kezdetén egyik állam sem rendelkezett jelentős mennyiségű repülőeszközzel, ez hamarosan látványosan megváltozott.²

¹ Magyar Katonai Közlemények (MKK) 1912/1. 13., 31., 136., 179., 436., 437. o.

² Maloványi Sándor: A repülőgép megjelenése és alkalmazása az első világháborúban. ZMKA Hadművészet története tanszék, Jegyzet, 46. o.

A repülőgép mennyiség a háború végére a német hadseregben 17-szeresére, a francia hadseregben 31-szeresére, az angol hadseregben 34-szeresére, az osztrák–magyar hadseregben 18-szorosára nőtt.

A KEZDETEK, A ROMÁN KATONAI REPÜLÉS HŐSKORA

Romániában a katonai repülőerők megteremtése meglehetősen korán megkezdődött. 1909-ben Chitila-ban egy repülőépítő műhelyt rendeztek be, ahol licence alapján Farman III-kat szereltek össze, majd 1910-ben megalapították az első pilóta iskolát is. 1911-ben George Valentin Bibescu herceg öt darab repülőgépet vett Franciaországtól, s azokat a hadseregnek adományozta. 1912-ben rendelettel (1953/27 martie) megalakították a katonai repülőiskolát is. A Román Parlament 1913. április 1-jén hozzájárult a katonai repülőerők megszervezéséhez.

A román katonai repülőgépek részt vettek a második Balkán háborúban, ahol az akkori nemzetközi tapasztalatoknak megfelelően, elsősorban felderítésre használták őket.

A román katonai vezetés háborúra való igen tudatos felkészülését jelzi, hogy még az I. világháborúba történő belépésük előtt, 1915-ben francia beszerzésből 10 repülőszázadot szerveztek, 44 darab eszközzel, még ebben az évben összesen 80 harci repülőgépet vásárolt a hadsereg. Ekkor a katonai repülőerők 80 fő kiképzett pilótával és 25 fő légi megfigyelővel rendelkeztek, mely létszám 1916-ra 97, illetve 84 főre növekedett. A román katonai repülőerők a harcokban aktívan részt vettek, felderítő, bombázó és vadász szerepkörökben. 1917-ben a hadsereg három repülőcsoportba szervezett 12–14 századnyi erővel rendelkezett, melyekben mintegy 150 darab repülőgép volt. A háború alatti folyamatos francia és angol szállítások (összesen mintegy 322 repülőgép) biztosították, hogy Románia légierije a világháború időszakában folyamatosan 9–18 századnyi erőt képviseljen.

1918-ban és 1919-ben a román hadsereg elfoglalta az Osztrák–Magyar Monarchia több repülőterét is, s az itt zsákmányolt repülőgépek egy részét integrálták a saját erőikbe. Később Besszarábiában is sikerült repülőeszközöket szerezniük, így 1919-ben ezekkel, és a Budapestről zsákmányolt felszereléssel együttesen öt repülőcsoportot, 18 századdal (6 felderítő, 6 vadászipülő, 6 bombázó) tudtak felállítani, mintegy 200 darab eszközzel.³

³ Hadtörténeti Levéltár (HL), VKF 1.o. 5149/T 1928.

PROBLÉMÁK AZ I. VILÁGHÁBORÚ UTÁN

A világháborút követő években a szárazföldi erők csökkentése mellett a román politikai és katonai vezetés a repülőerőit megpróbálta szinten tartani, s fejleszteni. Ez a törekvés komoly, objektív nehézségekkel találta magát szemben. Mivel a húszas években Románia nem rendelkezett modern repülőgépgyárakkal és javítási lehetőségekkel, ezért például 1923-ban volt olyan időszak is, amikor a hadseregnek csak mintegy 20 harcképes repülőgépe, illetve olyan eszköze maradt, amit érdemes volt hadrendben tartani.⁴ Ez volt a román légierő mélypontja. A saját repülőgépgyártás a hazai három kisüzemben (Bukarest, Arad, Brassó), csak mintegy évi 20–30 darab eszköz előállítására volt képes. A kritikus helyzetet nagyarányú vásárlásokkal igyekeztek megváltoztatni, és nekiláttak a tervszerű fejlesztésnek. 1924-ben 210, 1925-ben 150 darab repülőgépet vettek, elsősorban Franciaországtól, Angliától és Hollandiától. 1930-ig külföldről összesen több mint 400 eszközt szereztek be.⁵ Ezek között jó minőségű, modern repülőgépek is voltak, mint például a FOKKER-ek (60 darab), a POTEZ-ek és a BLERIOT-SPAD-ok (100 darab).⁶

A hazai termelés a húszas évek második feléig jelentéktelen volt. A karbantartási, javítási, gyártási problémák megoldására, az addigi három jelentéktelen repülőgépgyár mellett 1926-ban — az 1925-ös döntésnek megfelelően — Brassóban egy nagyüzem építésébe fogtak, mely a következő évre elkészült, s azonnal komoly állami megrendelést is kapott. 1927-ben már megkezdtek itt a hazai tervezésű repülőgépek próbagyártását, 30 darab MORANE-SAULNIER iskolagépet, és licence alapján 40 POTEZ-XXV-öt készítettek el.⁷ 1928-ra befejezték az üzem építését. 1930-ban már évi átlagban 50 darab POTEZ-XXV-öt gyártottak itt.⁸ A brassói gyár 1927–1942 között 25 repülőgéptípust állított elő az IAR sorozatban. Mindezek ellenére Románia továbbra is importra szorult úgy repülőgép motorok és műszerek, mint modern harci repülőgépek területén.

⁴ HL, VKF 1.o. 5149/T 1928.

⁵ HL, VKF 2.o. 118985/Eln. 1931.

⁶ HL, VKF 1.o. Szn.163”B” 1927. és HL, VKF 1.o. Szn.4819”B” 1927.

⁷ HL, VKF 1.o. 3919”B” 1927. és HL, VKF 1.o. Szn.4819.”B” 1927.

⁸ HL, VKF 2.o. 118986/Eln. 1931.

A ROMÁN LÉGIERŐ SZERVEZETEI A HÚSZAS ÉVEKBEN

A húszas évek végéig Románia három repülőhadosztállyal és egy légi flotillával („*flotila aeriana*”) rendelkezett. 1929–1930-ban a román légierőt repülőcsoportokba szervezték, amelyek ezredeknek feleltek meg. Az 1. repülőezred, Iaşyban (2 vadász-, 5 felderítőszázaddal), a 2. repülőezred Kolozsvárott (2 vadász-, 4 felderítőszázaddal), a 3. repülőezred Galaţiiban (2 vadász-, 4 felderítőszázaddal), egy bombázó- és két⁹ vadászrepülő-csoport Bukarestben (6 vadász-, 3 bombázószázaddal), egy vízírepülő-csoport Mamaia–Constanţában, valamint kettő Bukarestben települt légvédelmi tüzérezred tartozott a légierőhöz.¹⁰

A szárazföldi magasabbegységek csak néhány repülőalegységgel rendelkeztek: a hadseregekhez kettő-kettő század, a hadtestekhez egy-kettő század volt beosztva. A román hadsereg ezeken kívül Bukarestben még egy léggömbbezreddel is rendelkezett, melyben öt tényleges és kettő keretszázad volt.¹¹ A román repülőgép-századok és eszközök évenkénti valószínű mennyiségét táblázatban foglaltuk össze.

1927-ben a katonai vezetés megtervezte a szárazföldi erők — repülőerőkkel történő — nagyarányú megerősítését. A három hadseregbe szervezett 9 (más forrás szerint 7) szárazföldi hadtesthez egy — egy közelfelderítő századot, a 28 hadosztályhoz egy — egy közelfelderítő századot akartak rendszerbe állítani. Az elképzelések szerint továbbá mindegyik hadsereghez kettő távfelderítő és három vadászrepülő század került volna, s három-három távfelderítő, vadászrepülő és bombázószázad általános tartalékba.¹² Ezek a tervek a húszas években teljes egészükben nem realizálódtak.

A román légierő állandó technikai problémái ellenére, már a húszas évek második felében képes volt Magyarország nagy részének fenyegetésére, a legfontosabb célpontokra csapást mérni.

⁹ A *Rivista Aeronautica* 1930/2 (303–304. oldal) szerint csak 1 vadászrepülő-csoport volt ebben az időben, de az alárendelt repülőszázadok száma megegyezik.

¹⁰ HL, VKF 2.o. 18759/T 1929., HL, VKF 2.o. 120676/Eln. 1931. és *Annuaire Militaire* 1930–31, 856. o.

¹¹ HL, VKF 2.o. 119956/Eln. 1931. és HL, VKF 2/b.o. 121585/Eln. 1934.

¹² HL, VKF 1927. Szn. 4819”B”.

GAZDASÁGI VÁLSÁG ÉS INTENZÍV FEJLESZTÉS

A harmincas évek elején Románia ipara és hadiipara ugyan még mindig nem volt világszínvonalú, de jelentős haladást értek el az utóbbi kiépítése területén. A brassói repülőgépgyár mellett még három kis teljesítményű üzem foglalkozott repülőgép, motor és alkatrész előállításával, ezek az „Astra–Arad”, a „Schiel–Brasso” és a „S.E.T.–Bucurest” voltak.¹³ Ez utóbbiak csak évi 26 eszköz gyártásához megfelelő kapacitással rendelkeztek. A kevés saját konstrukció mellett elsősorban francia, holland, csehszlovák, majd később lengyel, olasz, angol és német repülőgépekkel töltötték fel a légierőt. 1932–33-ban például 50 darab P.Z.L. vadásziparrepülőgépet rendeltek a lengyelektől, 36 darab DEVOITINE D–27 vadásziparrepülőgépet a franciáktól és 13 SAVOYA vízi repülőgépet az olaszoktól. 1930-tól a vásárlások mellett jelentős mennyiségű harci repülőt gyártottak licence alapján. A román állam a gazdasági válság idején megrendelésekkel támogatta a hazai sárkány- és motorgyárakat.¹⁴

A hadsereg repülőgépeinek nagy többsége tizenegy típusból került ki. Leginkább a vadásziparrepülők voltak vegyes állományúak (négyféle repülőgéptípus), ráadásul 1934-re teljesen elavultak. A román vezetés kénytelen volt átfogó cserét végrehajtani.¹⁵ Elsősorban a vadásziparrepülők, de a bombázók és a vízi-repülőerők is komoly gondokkal küzdöttek. A saját gyártású I.A.R.-ok nem tudták kitölteni a keletkezett űrt. Megoldásként francia, lengyel és kisebb mértékben olasz repülőgépeket rendeltek.¹⁶ A román hadsereg legfontosabb repülőgépeit és azok néhány paraméterét táblázatban foglaltuk össze. Habár a gazdasági válság Romániát is erősen sújtotta, ez a légierő modernizációját kevésbé érintette. 1934-ben egyébként is sikerült a fő hitelezőkkel; Franciaországgal, Nagy Britanniával, az USA-val, Olaszországgal és Németországgal megegyezniük az államadósságok törlesztéséről.¹⁷ A „légügyi szervezési törvény” ebben az évben a katonai és polgári repülést egy kézben egyesítette, és a Nemzetvédelmi Minisztérium hatáskörébe utalta.¹⁸

A harmincas évek első felében a légierő hat alap katonai repülőterrel, s néhány ideiglenesen berendezett kiegészítő repülőterrel rendelkezett. 1938-ban új jelentős katonai repülőteret rendeztek be Nagyváradon, ami jelezte, hogy a „magyar veszély”-t egyre komolyabban vették. Erre az időre a saját repülőgépgyártás jelentősen felfutott, meg-

¹³ The Aircraft Yearbook for 1934., New York 1934., 228. o.

¹⁴ HL, VKF 2.o. 118986/Eln. 1931. és HL, VKF 2.o. 119355/Eln. 1933.

¹⁵ HL, VKF 2/b.o. 121585/Eln. 1934.

¹⁶ HL, VKF 2.o. 120523/Eln. 1933.

¹⁷ HL, HM Eln.o. I. tétel 117050. 1934.

¹⁸ HL, VKF 2/b.o. 121585/Eln. 1934.

erősödött, szükség esetén elérhette a 400 darab/év teljesítményt.¹⁹ Az évtized második felére sikerült a gépparkot modernizálni, és a vadászipulók kivételével a repülőfegyveremeket maximum két típusra „beállítani”.²⁰ Ez utóbbiaknál továbbra is négy alaprepülőgép volt. 1940-ben felállítottak kettő új repülőezredet, főleg lengyel anyagból, és átszervezték a légierőt. Megalakítottak három „Repülő Körzetparancsnokság”-ot, melyekből az 1. Kolozsvárott települt, hozzá tartozott a 2. felderítőrepülő-ezred Szamosfalván és a 2. vadászipuló-ezred Tordán. A 2. Repülő Körzetparancsnokság Iaşyban volt, alárendeltségébe tartozott az 1. felderítőrepülő-ezred Iaşyban, a 3. felderítőrepülő-ezred Galaţiiban és a 2. bombázórepülő-ezred Buzauban. A 3. Repülő Körzetparancsnokság Bukarestben állomásozott, melyhez az 1. vadászipuló-ezred Piperában és az 1. bombázórepülő-ezred Brassóban, tartozott.²¹ A külföldi repülőgép-beszerzésről természetesen továbbra sem akartak, és nem is tudtak lemondani. Az évtized végén elsősorban angol és német bombázókat, illetve vadászipulógepeket vásároltak.²²

BEFEJEZÉS

Summázott értékelésként kijelenthetjük, hogy a román légierő, az egész vizsgált időszakban, erősebb maradt a magyarnál. Ezt alátámasztja, ha vizsgáljuk a románok mennyiségi fölényét, továbbá a repülőerők típusválasztékából fakadó hadművelleti alkalmazási lehetőségek szélesebb köre.

Megítélésünk szerint, a román légierő viszonylagos fejlettségéhez, katonai jelentőségéhez az is hozzájárult, hogy a politikai, és katonai vezetésük idejében felismerte a horderejét a légi hadviselési képességek fontosságának, és ennek megfelelő prioritást kapott a haderő fejlesztéseik során. Ha mindenáron egyfajta tanulságot szeretnénk levonni a cikkünk végén, akkor talán az lenne a legfőbb konklúzió, hogy egy nemzetnek a haderő fejlesztései során tudatos prioritásokat kell felvállalnia, és azokat következetesen végig is kell vinnie. Ez jól érzékelhető a román katonai repülőerők korai történelméből is: hiszen a román vezetés a külföldi beszerzések, a saját gyártási kultúra megteremtése, valamint a repülő szervezetek kialakítása és működtetése során bebizonyította, hogy a katonai repülést kiemelt jelentőségűnek gondolta a hadviselésben.

Jól megfigyelhető, az a tény is, hogy a II. világháború előtt kialakult „román

¹⁹ HL, VKF 1.o. 2621/Eln. 1938.

²⁰ Románia katonai kézikönyve, Budapest 1937. 6. számú melléklet.

²¹ HL, VKF 1.o. 3414/Eln. 1940. és HL, VKF 1.o. 5534/Eln. 1940.

²² Magyar Katonai Szemle (MKSZ) 1940/5, 559. o.

légierős hadikultúra” hatásai a mai napig érzékelhetőek. Nem feledkezhetünk el arról, hogy Románia, a szovjetrendszer alatt is megtartotta a saját fejlesztésű eszközök előállítás mellett, a nyugati (francia) licensz alapján történő repülő (helikopter) gyártást. Ezen kívül a hagyományőrzést kiterjesztették a szervezeti formákra is, hiszen a „*légi flottilla*”, mint szervezeti egység a mai napig is megtalálható a román légierő szervezetében.

A román légierő repülő századairól és repülőgép mennyiségéről²³ 1. táblázat

Év	Románia		Forrás
	rg. db.	re. szd.	
1911	5		MKK 1930/10. 1001. oldal
1915	44	10	MKK 1930/10. 1001. oldal
1917		9	MKK 1930/10. 1002. oldal
1918		18	MKK 1930/10. 1002. oldal
1919	192	18	HL, VKF 1.o. 5149/T 1928.
1923	87	23	HL, VKF 1.o. 5149/T 1928.
1924	120		HL, VKF 2.o. Szn./528 B 1927.
1925	350		MKK 1930/10. 1003. oldal
1926	150		HL, VKF VI-1.o. 6236/T 1926.
1927	150	32	HL, VKF 2.o. Szn./528 B 1927.
1928	180	28	HL, VKF 1.o. 5149/T 1928.
1929	320	23	HL, VKF 1.o. Hr.1999. 1929.
1930	480	27	HL, VKF 1931. 118163/Eln.
1931	460		HL, VKF 1932. 118274/Eln.
1932	799	35	Annuaire Militaire 1933.
1933	799		Annuaire Militaire 1934.
1934	799	24	Annuaire Militaire 1935.
1935	940	29	MKSZ 1935/8. 258. oldal
1936	940		1936. Évi Kat. Évk. 95., 154., 214. oldalak
1937	870	31	MKSZ 1937/6. 267. oldal
1938	800		MKSZ 1938/8. 294. oldal
1939	1250		Annuaire Militaire 1939/40

²³ A repülőeszközök és századok valószínű mennyiségének megállapítása a rendelkezésre álló források alapján gyakran kétségeket vet fel. Például az Annuaire Militaire kiadványok gyakran közölnek kettő-három évvel korábbi adatokat, a Magyar Katonai Közlemények és Magyar Katonai Szemle források pedig gyakran összevonják a harci („elsővonalbeli”) repülőgépeket a kiépítő, a tartalék és időnként a polgári életből bevonható eszközökkel.

Megnevezés	Funkció	Hozam	Év	V _{max} (km/h)	H _{max} (m)	Motorteljesítmény (LE)	D _{ható} (km) vagy Repülési idő (óra)
Spad 61	Vadász	Import (francia)	1924	250	8 500	400	2,5 óra
Devoitine D-27	Vadász	Import (francia)	1931	312	9 200	500	600 km
Fokker D XI	Vadász	Import (holland)	1925 előtt	255	7 500	300	600 km
Proto I 29	Vadász	Hazai	1924	180	5 500	300	
Gordon Leeseure	Vadász	Licence alapján hazai	1923	250	8 500	300	
Potez XV	Felderítő	Licence alapján hazai		200			
Proto S.E. T.-2	Felderítő	Hazai	1926	213	7 000	450	
Astra Proto	Felderítő	Hazai	1924	205	6 400	300	2,5 óra
Potez XXV	Felderítő Bombázó	Licence alapján hazai	1924	230	7 200	450	2,5 óra
Breguet XIX A-2	Felderítő Bombázó	Import (francia)	1923	240	8 500	400	3 óra
Loire Olivier	Bombázó	Import (francia)	1928	200	5 750	420	1 000 km
P.Z.L. P-11	Vadász	Import (Lengyel)	1931	389	11 000	532	670 km
Farman G	Felderítő Bombázó	Import (francia)	1925	190	6 500	2 000	4 óra
I.A.R. 2	Vadász	Hazai		325	9 000	600	
I.A.R. 37, 38	Felderítő Bombázó	Hazai	(1930)?	325		600	
I.A.R. 39	Felderítő	Hazai		300	6 500	900	400-600 km
I.A.R. 80	Vadász	Hazai	(1939)?	507	10 550	940	945 km

²⁴ Repülőgép Enciklopédia, Gemini kiadó, Budapest 1992.

Angelucci, Enzo: The Rand McNally Encyclopedia of Military Aircraft, 1914 to the Present, Crescent Books New York 1981.

Munson Kenneth: A hadviselő felek valamennyi repülőgépe, Műszaki Kiadó, Budapest 1994.

TASCENBUCH DER LUFTFLOTTE, V. JAHRGANG, Herausgegeben von Dr. Ing. W. von Langsdorf, 1926.

TASCHEBUCH DER LUFTFLOTTE 1928/29, Frankfurt am Main 1928.

HL, VKF anyagok 1923 - 1940 anyagok alapján saját összeállítás.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] The Aircraft Yearbook for 1934. Aeronautical Chamber of Commerce of America, inc. 22. East fortieth street, New York 1934.
- [2] Angelucci, Enzo: The Rand Mc Nally Enciklopedia of Military Aircraft 1914 to Present, Crescent Books, New York 1981.
- [3] Annuaire Militaire 1924, 1926, 1927, 1928, 1929, 1930, 1930–31, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1939–40, Genf.
- [4] Groehler, Olaf: A légi háborúk története 1910–1970, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest 1980.
- [5] Románia a világháborúban 1916 – 1919. I. kötet, Bukarest (?) 1933 (?).
- [6] Vitéz Szentnémedy Ferenc: Románia mint légihatalom, MKK 1930/10.
- [7] Taschenbuch der Luftflotten, V. Jahrgang, Herausgegeben von Dr. Ing. W. von Langsdorf, 1926.
- [8] Taschebuch der Luftflotten 1928/29, Frankfurt am Main 1928.
- [9] <http://www.timisoara2000.ro/istoric/istoric.shtml>
- [10] <http://www.roaf.ro/ro/istorie1.htm>

REPÜLŐ HADMŰVELETI ÉS HARCÁSZATI KÉPZÉS A HONVÉD AKADEMIÁN, MAJD A JOGUTÓDJÁNÁL A ZRÍNYI MIKLÓS KATONAI AKADEMIÁN (1950–1957)

BEVEZETÉS

1949. 06. 07-én döntés született a tiszti alapképzés fegyvernemenként történő végrehajtására, és megkezdődött a fegyvernemi tisztiiskolák felállítása. Ettől az időponttól kezdődően a repülőcsapatok műszaki tisztjeit Budaörsön a Honvéd Vasvári Pál Repülő Szakkiképző Tiszti Iskolán, a repülő-hajózó, a megfigyelő, és más földi beosztások tisztjeit Szolnokon a Honvéd Kilián György Repülő Hajózó Tiszti Iskolán képezték. A magasabb képesítésű repülő-tisztek hazai képzése előbb (1947-49) a Honvéd Hadi Akadémián később 1950-től a Honvéd Akadémián folyt. A légierő, a légi közlekedés, a repülő-ipar repülő-műszaki mérnökeinek képzését a Budapesti Műszaki Egyetemen végezték. (Ezen kívül számos tiszt a Szovjetunióban is folytatott tanulmányokat és szerzett mérnöki diplomát, illetve magasabb parancsnoki képesítést.) [3]

A honvédelmi miniszter — 39/1950. HM (HK. 6.) sz. — parancsa, valamint a vezérkari főnök — 03424 HVK. Hdm. Tö. Kik. O. 1950. sz. — rendelete 1950. 10. 01-i hatállyal a magasabb katonai képzés végrehajtására a Honvéd Akadémia felállítását rendelte el. [3]

Az új oktatási intézményben a miniszter rendelete szerint a képzést három tagozaton kellett megszervezni:

- Az I. tagozaton (kétéves akadémiai képzésen), amely összefegyvernemi képzés keretében ezredparancsnoki, törzsparancsnoki (törzsfőnöki), ezred hadműveleti tiszti, illetve központi szerveknél betöltendő beosztásokra készített fel.
- A II. tagozaton (az egyéves magasabb parancsnoki tanfolyamon) hadtestparancsnoki, hadtest törzsparancsnoki, hadosztály parancsnoki, hadosztály törzsparancsnoki beosztásokra képzett szakembereket.
- A III. tagozaton (az ezredparancsnoki tanfolyamon) ezredparancsnoki beosztásra készítette fel a hallgatókat. [3]

A kétéves akadémiai tagozaton a rendelet négy — általános (lövész), páncélos, tüzér, repülő — szakon folyó oktatást írt elő. A képzés középpontjában az álta-

lános harcászati képzés állt, de a hallgatóknak jól kellett ismerni saját fegyvernemük alkalmazásának kérdéseit. A követelmények szerint minden hallgatónak meg kellett ismerni a hadosztály harcvezetésének elveit, tájékozottnak kellett lenni a hadtest vezetéséről, és általános ismeretekkel kellett rendelkezni a hadsereg hadműveleteiről.¹ [3]

A REPÜLŐTANSZÉK A MAGASABB KÉPESÍTÉSŰ TISZTEK KÉPZÉSÉNEK SZOLGÁLATÁBAN (1950–57)

1950

A repülőtanszék a Honvéd Akadémia keretei között 1950 tavaszán alakult meg. A tanszék létrejött egy olyan oktató bázis megteremtését tette lehetővé, amely biztosította mindhárom tagozaton az eredményes oktatómunka végrehajtásának feltételeit. [3, 11]

Elsőként — 1950. május 1-től — a magasabb parancsnoki és ezredparancsnoki tanfolyamon oktattak légierő harcászatot, és szaktantárgyakat a tanszék oktatói. 1950. 10. 01-től az Akadémia mindhárom tagozatán végezték ezt a munkát, azaz tartották a légierő harcászat, illetve repülő szakmai tantárgyak elméleti és gyakorlati foglalkozásait. [3, 11]

A tanszék vezetésének a színvonalas oktatómunka végrehajtása érdekében meg kellett oldani:

- Az oktató állomány összekovácsolását, pedagógiai és módszertani felkészítését.
- A repülő szakmai tantárgyak tematikai programjainak összeállítását.
- A tananyagok elkészítését olyan számvetéssel, hogy azok a tanrend szerinti oktatást megelőzően mindig egy hónappal korábban a könyvtárban elérhetők legyen. [11]

A tanszék tanárainak nagy volt a leterheltsége, mert a foglalkozások levezetése mellett az oktatáshoz szükséges szovjet forrásanyagok adaptálását is el kellett végezni, ami nagyon időigényes volt.

1950–1951

A tanszék állománya az 1950. 10. 01-én a következő volt:

¹ Zrínyi Miklós Katonai Akadémia 1950-1975. (Szerkesztette: Zágoni Ernő). Zrínyi Nyomda, Budapest, 1975.) 28-29. oldal.

- Tanszékvezető: Homér Imre őrnagy.²
- Tanszékvezető helyettes: Molnár György százados
(I. éves akadémikusok osztályfőnöke).
- Repülő harcászati főtanár: Zombori Valér alezredes
(az ezredparancsnoki tanfolyam osztályfőnöke)
- Repülő szaktanárok: Karlinger Ferenc hadnagy,
Farkas Tibor alhadnagy.
- Tanszék titkár: Laczkovich Tibor hadnagy. [11]

Az oktatás megindulásakor a repülőtanszék állománya minden képzési formában biztosítani tudta a repülő szakmai tantárgyak oktatását, valamint a szakmai gyakorlatok végrehajtását.

A tanszék továbbképzési feladatként megoldotta a magasabb beosztású államvédelmi tisztek, valamint a párt vezető-tisztségviselőinek repülő harcászati, és hadművelleti oktatását. [11]

A „politikai agymosás” a tanári és a hallgatói állományt sem kerülte el, sokszor az „illetékesek olyan kérdésekre is választ kerestek, amelyekre a nyomásgyakorlás tükrében pártatlan választ adni nem lehetett. Az ilyen légkör megnehezítette a szakmai munkát is. Elvárták, hogy az akadémiai oktatók, és hallgatók területi pártmunkát is végezzenek. [11]

A képzés repülőszakmai követelményeinek a tanszék állománya a szovjet tanácsadók nélkül nem tudott volna megfelelni, annak ellenére, hogy a rendszerezett repülőeszközöket ismerték. Korábban a Magyar Királyi Honvéd Légierőben szolgált tisztek nem voltak birtokában a szovjet hadtudománynak, az új tisztek pedig kevés oktatási – módszertani tapasztalattal rendelkeztek. Ebben az időszakban a tanszéken két szovjet tanácsadó dolgozott: Kosztovszkij alezredes és Ilcsenkó őrnagy, akik segítséget adtak a szovjet hadtudományban való eligazodáshoz. [11]

Az Akadémia tagozatain folyó képzés mindegyikén a — terjedelmében és mélységében eltérő — tananyagot számtalan tantárgy foglalta magába. A tantár-

² **Homér Imre** (1910-1994?) százados, századparancsnok. 1944. áprilistól augusztusig a keleti fronton a 3/2 (102/1) zuhanóbombázó (Ju-88-as) század parancsnoka volt. 1944. június 2-án századával zuhanóbombázó feladatot hajtott végre a kivercei vasútállomás ellen. A támadás során az egyik gépüket a szovjet vadászok megtámadták, a pilóta súlyos sebesülése folytán nem tudta a gépet vezetni, így a megfigyelőtiszt Bogáti Péter hadnagy (akinek pilótaképesítése is volt) vette át a gép vezetését és saját területen kényszerleszállást hajtott végre. Homér Imre gépet is lelőtték, gépe kigyulladt, de szerencsésen hasra szálltak. 1944 októberben a század beleolvadt a 102. Csatarepülő-osztályba. Homér Imre sokáig Ausztráliában élt. (Repülési lexikon 1. rész. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1991. 410. oldal.) A cikkben jelölt időben őrnagyi rendfokozattal a repülőtanszék vezetője volt. 1951 nyarán letartóztatják, elítélik. 1956-ban külföldre távozott, Ausztráliában telepedett le, sokáig ott élt, majd visszaköltözött Európába. Párizsban talált otthonra, és ott halt meg az 1990-es évek első felében.

gyak tananyaga tartalmilag javult, de a gyors ütemben megjelenő szabályzatok a tartalom folyamatos frissítését követelték meg. [11]

A mindenki számára kötelező minimumként meghatározott ismereteket a következő tantárgyak ölelték fel:

- A saját és más fegyvernemek technikai eszközeinek ismerete.
- A fegyvernemek, szakcsapatok és szolgálati ágak ismerete.
- A támadás és védelem alapjai.
- A lövészadosztály védelme.
- A lövészadosztály védelme különleges viszonyok között.
- A lövészhadtest támadása.
- A front légi hadsereg és fegyvernemeik — vadász-, csata-, bombázó-, felderítő-repülők stb. — általános tevékenysége támadásban és védelemben, illetve a lövészadosztály védelme és a lövészhadtest támadásának légi biztosítása. [11]

Csak a repülő szakos hallgatóknak oktatott tantárgyak a következők voltak:

- Repülőtechnikai ismeretek.
- Repülőharcászat.
- Repülő törzsszolgálat.
- Repülő harckiképzés módszertana.
- Repülő harcászati kiképzés módszertana. (Az eddig felsorolt tantárgyakat a mindenkori osztályfőnök oktatta a hallgatóknak.)
- Aerodinamika.
- Navigáció.
- Meteorológia.
- Bombavetés.
- Légifényképezés.
- Légi-lőkiképzés.
- Repülő híradás.
- FRISZ (Földi repülés-irányító szolgálatok).
- Repülőcsapatok hadtáp biztosítása.
- Motortan – hajtóműtan, sárkánytan.
- Repülő fegyver és lőszerismeret. [11]

A fenti tantárgyak egy részének oktatását a repülő hallgatók számára a tanszék tanárai előképzettségének hiánya, illetve a tantárgyak speciális volta miatt a Légierő Parancsnokság szaktisztjei végezték. [11]

A tanszék tanárai az oktatás mellett, nevelési feladattal is meg voltak bízva, azaz a tananyag leadása és elsajátíttatása mellett a hallgatóknak a személyes példamutatással magatartási mintát, a tananyag feldolgozáshoz és rögzítéséhez a logikus gondolkodásban követendő módszert is kellett adni. A tanszék oktatói a hallgatókkal egyénileg is foglalkoztak. A tananyag oktatás során a szemléltetés

minden formáját alkalmazták, a régi és új ismeretek közötti logikai kapcsolatok feltárását elengedhetetlennek tartották. Gyakorló feladatok megoldásával önállóságra, gyors elhatározó készségre nevelték a hallgatókat. Az így szervezett oktatás ugyan hatékony és eredményes volt, de mind a hallgatókra, mind a tanárookra igen nagy megterhelést rótt, ugyanakkor időigényes és a késő éjszakába nyúló rendszeres elfoglaltságot jelentett. [11]

Ennek megfelelően a munkanapokat túl sok kötöttség terhelte. A képzésre tervezhető idő:

- a kétéves akadémiai alaptagozaton: 2900 óra (két évre);
- az ezredparancsnoki tanfolyamon: 1464 óra (egy évre) [2, 5],

A kötelező kiképzési időre 1950. 10. 01-től 1951. 03. 01-ig:

- napi 8 tanórát;
- szombaton 5 tanórát írtak elő [2, 5],

1951. 03. 01-től ez némileg módosult, mert munkanapokon a kötelezően előírt foglalkozások időtartama napi 7 órára, szombaton 5 óra maradt. [11]

A naponta leadott anyag elsajátítására 23 óráig kötelező önképzés volt beállítva, amelyet később 22 órára módosítottak. A szerdai napokon kötelező önképzés volt beállítva az Akadémián. [11]

Az oktatók helytállását nehezítette a tananyagírás, és a technikai kivitelezésnek fáradságos munkája, a szakmai továbbképzéseken való részt vétel, a gyakori módszertani értekezletek, és egyéb más feladatok megoldása. A gondoknak más forrásai is voltak. A repülőtanszék régi hadseregéből átvett oktatói szorongtak, féltek, nem tudták feldolgozni, hogy a felszabadulás előtti katonai tevékenységüket hogyan ítéli meg az új hatalom. A bizalmatlanság légkörében féltek a felelősségre vonástól, még akkor is, ha arra korábbi becsületes munkájuk nem adott alapot. [11]

Nagy gondok hordozója volt, hogy a hallgatók nem önkéntesen lettek beiskolázva, hanem kijelölés, illetve rábeszélés alapján kerültek az akadémiára. Például a repülő parancsnoki tanfolyam („L” osztály) összetétele a következő volt:

- 14 fő sorőrmester (az Akadémiára való vezénylésük előtt megfigyelő hallgatók voltak, az akadémiai tanulmányuk alatt december 21-én Szolnokon avatták őket tisztté).
- 6 fő repülőtiszt, akiket (2 hónapos) alosztály parancsnoki tanfolyam elvégzése után beszéltek rá az akadémiai tanulmányokra, ők érettebb emberek voltak, de szakmailag felkészületlenebbek, mint a sorőrmesterek. Ez utóbbi dolog sok súrlódás és fegyelmeztetlenség melegágya lett. [11]

A politikai tisztogatás a repülőtanszéket sem kerülte el elsőként 1951 tavaszán Farkas Tibor alhadnagy szaktanárt a hivatalos megfogalmazás szerint „őszinteség hiánya” miatt leszerelték. A kiképzési év befejezése előtt Zombori Valér alezredes harcászati főtanárt letartóztatták, majd hadbíróság elé állították és a

Magyar Királyi Honvédségbeli tevékenységéért elítélték. Nem sokkal később, a nyár végén, az új kiképzési évre való felkészülés időszakában, hasonló sorsra jutott Homér Imre őrnagy tanszékvezető, őt is letartóztatták és elítélték. [11]

1951 nyarán előjárói engedéllyel az ezredparancsnoki tanfolyam hallgatói közül Bányai Gyula, Schmidt István³ és Lász alhadnagyk az akadémiai képzés II. évfolyamán folytathatták tanulmányaikat. [11]

1951–1952

Az 1951 nyarán és őszén történt eltávolítások, és áthelyezés következtében a Repülőtanszék állománya jelentősen megváltozott. A tanszék tagjai a következők voltak:

- Tanszékvezető: Molnár György őrnagy.
- Tanszékvezető helyettes: Hajcsy Pál őrnagy.
- Repülő harcászati főtanárok: Hajdó József hadnagy. (a II. évfolyam osztályfőnöke)
Koleszár János hadnagy. (az ezredparancsnoki tanfolyam osztályfőnöke)
- Repülő szaktanárok: Iglóvári Tibor hadnagy
Horváth József főhadnagy.
Laczkovich Károly hadnagy.
- Tanszék titkár: Pető törzsőrmester [11].

1952 tavaszától:

- Tanszékvezető helyettes: Székelyhidi Hugó alezredes;
- Repülő harcászati főtanár: Szentpéteri György őrnagy lett [11].

A tanszék felelősségteljes oktató-nevelő munkáját segítette a képzés beindítása előtti módszertani felkészítés [11].

A szakmai munka átpolitizálása ekkor is megérintette a tanszéket, ugyanis a közelgő pártkongresszus tiszteletére a tanszék oktatói felajánlásokat tettek, ezek többsége a kidolgozó munka mennyiségére és minőségére, a harcászati szakabinet fejlesztésére, valamint a hallgatók tanulmányi munkájának eredményesebbé tételére, a tanulmányi átlageredmények növelésére vonatkoztak. [11]

Ebben a kiképzési évben a tanszék tagjai oktató-nevelő munkájukat:

³ **Schmidt István** vezérőrnagy, repülőfőnök. 1950-ben vonult be a Killián Tiszti Iskolára, majd rövidesen a Honvéd Akadémia hallgatója lett. Az iskola elvégzése után Taszáron hadosztály-törzsfőnök, 1957-től a Repülő Kiképző Központ törzsfőnöke. A 60-as években az Országos Légvédelmi Parancsnokságon (OLP) látott el különböző vezető beosztásokat. Az OLP-törzsfőnöki beosztásból vezénylik a Szovjetunió Vezérkari Akadémiájára, ennek elvégzése után az MN Repülőfőnökség megalakításáig irányítja, és elsőként tölti be a repülőfőnöki beosztást. 1980-1987 között a csapatrepülőknél törzsfőnök, majd parancsnok, 1987-90-ben MN repülőfőnök, e beosztásból kerül nyugállományba. (Repülési lexikon 2. rész. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1991. 537.p.)

- az alaptagozat — nem repülő — fegyvernemi osztályaiban;
- a repülő fegyvernem I. és II. éves osztályaiban;
- a repülő ezredparancsnoki tanfolyamon végezték. [11]

A fentiekén kívül a Hadmérnöki karon tanuló repülő szakképzettségű hallgatók repülőharcászati képzését is a tanszéknek kellett megoldani, amely Hajdó József hadnagy repülő harcászati főtanár feladata volt. [11]

Osztályfőnöki feladatot a II. éves repülő osztállynál Hajdó József hadnagy, az I. éveseknél a tanszékvezető-helyettes – előbb Hajcsy Pál őrnagy, később Székelyhidi Hugó alezredes, az ezredparancsnoki tanfolyamon Koleszár János hadnagy látott el. [11]

Az I. első évfolyamon szakalapozó képzés folyt. A II. évfolyamon repülőharcászat, repülő törzsszolgálat, repülő harc kiképzés, repülő harcászati kiképzés módszertana tantárgyak kerültek oktatásra. [11]

A visszaemlékezők megerősítik, hogy a kiképzési év folyamán az oktatás mellett állandóan kidolgozói munkát is végeztek a tanszék oktatói. Az elkészült tananyagok minőségileg sok tekintetben nem érték el a kellő színvonalat. Ennek oka elsősorban a kidolgozói munkához szükséges tapasztalat hiányában keresendő, de az új szabályzatok, alkalmazási elvek, és eljárások oktatásba történő bevitele túl sok előadás átdolgozását tette szükségessé. Rövid idő alatt sok tananyag kidolgozása a minőségi munka rovására ment. [11]

Felbecsülhetetlen segítséget nyújtottak a tanszék oktatóinak a szovjet tanácsadók. Pedagógiai felkészültségük, oktatói gyakorlatuk, szakmai ismereteik sokakat „egyengettek” a képzési feladatok sikeres megoldásának útján, elsősorban a fiatal tanárok felkészítésében szereztek elévülhetetlen érdemeket. [11]

Ebben a tanévben először államvizsgáztak és kaptak diplomát az alaptagozat repülő szakos hallgatói. [11]

Külön említést érdemel, hogy a diplomamunka kidolgozását alaposan megnehezítette a könyvészeti anyagok és a forrásmunkák hiánya. A témavezetői feladatot a tanszék oktatói nagy szakértelemmel végezték annak ellenére, hogy 4-5 hallgató jutott egy tanárra. Esetenként a tanárok túlzott tenni akarás a hallgatók önállóságának rovására ment. [11]

A tanszék magas színvonalú szakmai és oktató-nevelő munkáját dicséri, ugyanakkor megtiszteltetést is jelentett az állomány részére, hogy a tanszéket jelölték ki egy diplomamunka nyilvános bemutató jellegű védésének megszervezésére és levezetésére. Schmidt István hadnagy a diplomamunkáját kiválóan védte meg. A védésen nyújtott teljesítménye példa értékű volt és ösztönzést adott hallgató társainak a vizsgákon az eredményes szerepléshez. Az Akadémia hallgatói közül 13-an szereztek kiváló diplomát, közülük három repülő szakos hallgató volt (Bányai Gyula hadnagy, Jávor alhadnagy és Schmidt István hadnagy). Egy repülő hallgató nem tudta megvédeni diplomamunkáját. [11]

Nagy munkát jelentett az oktatás szemléltetését elősegítő kabinetfejlesztés, melynek eredményeként a kiképzési év folyamán a repülő kabinet is elkészült, tervbe vették még egy kabinet berendezését. [11]

A tanszék tanárai ebben a képzési évben — 96 tanóraban — központi és tanszéki továbbképzésen vettek részt. Sok hasznosítható új ismeretet szereztek. A tanszéken fegyelemsértés ritkán fordult elő, az új tanárok viszonylag gyorsan beilleszkedtek az Akadémia életébe. [11]

A tanévben egy rendkívüli esemény volt. Hajcsy Pál őrnagy 1952. január második felének egyik reggelén föbe lőtte magát a régi hadseregben végzett tevékenységéért várható, illetve vélt felelősségre vonástól való félelmében. [11]

A tanszék tanárai és hallgatói az áprilisi díszszemlén az Akadémia alegységében képviselték a repülő fegyvernemet. [11]

1952–1953

Az Akadémián ebben a kiképzési évben áttértek a fakultás rendszerre. Ez kihatott a tanszék munkájára is, mert jelentős megterheléstől szabadult fel, azaz a tanszék közvetlenül nem volt felelős a hallgatók munkájáért. A tanszék fő felelőssége a tanulmányi munka megtervezésében, megszervezésében, az oktatás, az oktatás módszertani munka színvonalas végzésében foglalható össze. Az osztályfőnökök továbbra is felelősek voltak a hallgatók neveléséért és elsősorban a tanulmányi fegyelmeért. [11]

— A repülő fakultás parancsnoka: Borsodi János alezredes

— Politikai helyettese: Csutka György százados volt.

Az akadémiai alapképzés ettől az évtől 3 éves lett. A tanterv a képzés egész időszakára elkészült, de tanulmányi tervet (tematikai programot) csak az I. évfolyam részére kellett kidolgozni.

A tanszék állománya a következő volt:

— Tanszékvezető: Molnár György őrnagy

— Tanszékvezető helyettes: Székelyhidi Hugó alezredes

— Repülő harcászati főtanárok: Hajdó József főhadnagy (II. évfolyam osztályfőnöke)

Schmidt István főhadnagy (I. évfolyam osztályfőnöke)

Koleszár János főhadnagy (ezredparancsnoki tanfolyam osztályfőnöke)

Szentpéteri György őrnagy

— Repülő szaktanárok: Iglóvári Tibor hadnagy

Horváth József mk. főhadnagy.

Szász Jenő főhadnagy

Laczkovich Károly főhadnagy.

— Tanszék titkár:

Pető törzsőrmester. [11]

A tanszék állománya 1953. januárban változott, amikor Schmidt István főhadnagyot soron kívül előléptették századossá és kinevezték hadosztály törzsfőnökké (Taszárra), helyette Bányai Gyula hadnagy került a tanszékre főtanári beosztásba. [11]

A kiképzési év folyamán —bár a tanszék bizonyos mértékben erősödött — a megnövekedett feladatok komoly megterhelést jelentettek. A mintegy 40 fő repülő hallgató képzését az elvárások szerint oldotta meg az oktató közösség. A tanszékről távozó Schmidt István főhadnagy helyett 1953. januártól Bányai Gyula hadnagy lett osztályfőnöki feladattal megbízva. [11]

Repülőharcászat oktatása az alaptagozaton, más fegyvernemi osztályokban, a magasabb parancsnoki tanfolyam osztályaiban és a hadmérnöki karon folyt. [11]

A képzési célok változása miatt jelentős energiát kötött le a kétéves akadémiai képzésről a három éves képzésre való áttérés pedagógiai okmányainak kidolgozása, a szervezőmunka. Jelentős feladat volt a tanulmányaikat 1951-ben tanulmányaikat elkezdett hallgatók kibocsátásra való felkészítése, diplomamunkáik elkészítésének segítése, az államvizsgák előkészítése és levezetése. [11]

A tanszék óratartrási kötelezettsége meglehetősen nagy volt, (az I. évfolyamon 1416, a II. évfolyamon 1212, az ezredparancsnoki tanfolyamon 1308), azaz a képzési évre tervezett csaknem 5000 tanóra mintegy 60 %-ának (3000 tanóra) megtartása. [11]

Az oktatás, és a módszertani munka színvonala javult. Az ellenőrzések az oktatás esetenkénti felszínességét, egyoldalúságát, a más tanszékek által kidolgozott oktatási anyagok ismeretének hiányát is megállapították. [11]

Az akkori elvárásoknak megfelelően a tudományos munka alapját a szovjet hadtudomány eredményeinek hazai viszonyokra való alkalmazása, a szovjet háborús tapasztalatok tanulmányozása és az oktatásban való bevitele képezte. Ebben a munkában jelentős segítség volt, hogy a Szovjetunióból tankönyveket kapott a tanszék, amelyeknek az anyagát kitaró munkával lefordították, és a hazai viszonyokra adaptálták. [11]

Az Akadémia megalakulás után másodízben diplomáztak a hallgatók. Az előző év tapasztalatait eredményesen kamatoztatták az oktatók mind a záróvizsgák megtervezése, megszervezése, levezetése során, mind a diplomamunkák témavezetésben, azok elkészítésében, és védésekor. [11]

Ebben az évben kezdődött meg a levelező oktatás előkészítése. A tanszékre ez csak kevés többlet feladatot rótt, mert a repülő szakon levelező osztály indítását nem tervezték, de más fegyvernemek levelező osztályai részére el kellett készíteni a repülőharcászati oktatás követelményeit, témajegyzékét, az oktatandó tananyagot. [11]

A kiképzési év megkezdése előtt módszertani hónapot szerveztek az akadémián, ahol a központi és tanszéki rendezvényeken olyan új témák kerültek feldolgozásra, mint:

- a megerősített állások és körletek védelme, ezek áttörése.
- a harc és hadművelet egyes kérdései bonyolult viszonyok között. [11]

A tanszék a fenti témák repülőharcászati vonatkozásai mellett olyan kérdések mélyreható tanulmányozásával is foglalkozott, mint:

- a légi fölény, légi uralom értelmezése, ezek kivívásának és megtartásának eszközei, útjai, módjai és feltételei.
- a frontrendszerben működő vadász, csata, bombázó, felderítő és kisegítő repülő feladatai a megerősített állások és körletek áttörésénél – a légi előkészítés és légi támogatás rendje. [11]

A tanszéken a harcászati tanárok a hadosztály szintű kérdéseket feldolgozó csoportban, a szaktanárok az ezredparancsnoki csoportban vettek részt a továbbképzésen. [11]

A tanév során sem a tanszék állományával, sem a hallgatókkal fegyelmi probléma nem volt. A fakultás rendszerre való áttérés érezte életrealitását. A repülő fakultás parancsnok és a repülő osztályfőnökök szoros kapcsolatot tartottak fenn, ez jónak bizonyult a fegyelemsértések megelőzése érdekében [11].

1953. áprilisában a miniszteri szemle során a tanszéket is ellenőrizték, a megállapítások hitelesítették a tanszék elért eredményeit, az állomány az eddigi munkájának megerősítését látta ebben, és érezte, hogy munkájára szükség van. A szemle bizottság az eredmények mellett segítséget, útmutatást adott a feltárt hiányosságok felszámolásához, a további fejlődés biztosítása érdekében. [11]

1953. április 4-i díszszemlén a tanszék tanárai és a repülő fakultás hallgatói sikeresen szerepeltek az Akadémia díszszázlóaljában.

A következő kiképzési év tervezéséhez nagy segítséget jelentett, hogy a tanszék megkapta a hasonló képzést folytató szovjet akadémia főbb tervezési okmányait, az oktatási anyag korszerűsítéséhez pedig előadások, tansegédletek és tankönyvek is érkeztek a Szovjetunióból. [11]

Első ízben került sor az Akadémián — és a tanszéken — felvételi vizsgára az új hároméves képzésre pályázók részére. [11]

1953–1954

A Honvéd Akadémia tevékenységének jelentős elismeréseként a minisztertanács 2051/18 1953 az. határozatával az akadémiai képzést főiskolai (egyetemi szintűnek ismerte el és az akadémiai diplomát a főiskolák (egyetemek) diplomájával egyenértékűnek minősítette. Ez a tény a tanulni vágyók részére vonzóvá tette az

intézményt. Ebben az új felsőoktatási intézményben a repülőtanszék a színvonalas oktatómunkájával igyekezett megalapozni tekintélyét. [11]

Az Akadémián megalakult a levelező fakultás, melynek vezetői:

- A repülő fakultás parancsnoka: Borsodi János alezredes
- Politikai helyettese: Csiger Sándor őrnagy. [11]

A korábbi tervekkel összhangban s levelező képzés első évfolyamon repülőosztály nem indult.

A nappali képzési formában két első osztály - egy hajózó (parancsnoki) és egy törzs (törzs munkára felkészülő) osztály indult. [11]

A tanszék állománya a következő volt:

- Tanszékvezető: Molnár György őrnagy
- Tanszékvezető helyettes: Székelyhidi Hugó alezredes
- Repülő harcászati főtanárok: Bányai Gyula hadnagy (II. évfolyam osztályfőnöke)
Hajdó József százados (I. évfolyam osztályfőnöke)
Szentpéteri György őrnagy (I. évfolyam hajózó osztály osztályfőnöke)
Koleszár János főhadnagy (ezredparancsnoki tanfolyam osztályfőnöke)
- Repülő szaktanárok: Horváth József mk. százados
Iglóvári Tibor főhadnagy
Szász Jenő főhadnagy
Laczkovich Károly főhadnagy
- Tanszék titkár: Pető törzsőrmester. [11]

A tanszék állománya 1954 tavaszán változott, amikor is a tanszékvezetőt kinevezték egy önálló repülő-műszaki zászlóalj (ÖREMÜZ) parancsnoknak. A Szovjetunióban (Monyino) repülő akadémiát végzett Fodor Gyula alezredest nevezték ki a tanszék élére. [11]

A tanév során —a tanszék tovább erősödött, s nőtték a tapasztalatok is — a képzési feladatok növekedése komoly erőfeszítést követelt a tanároktól. A tanszék szaktantárgyakat oktatott:

- az I. évfolyamon (a hajózó és törzsosztályban);
- a II. évfolyamon;
- az ezredparancsnoki tanfolyamon;
- a többi fegyvernemi osztályban;
- a magasabb parancsnoki tanfolyamon;
- a levelező képzés osztályaiban [11].

A képzés az új terveknek megfelelően folyt, a tanterven szereplő tanórák megszólása a következő volt:

- társadalomtudományok 16 %;
- harcászat – hadművelleti művészet 60 %;
- általános ismeretek 24 % [11].

A hallgatók egyre rendszerezettebben, önállóbban végezték munkájukat, amely az elért vizsgaeredményekben is megmutatkozott (4-es körüli átlageredmény) [11].

Ebben a tanévben kibocsátás nem volt a 3 éves képzésre való áttérés miatt. A tanszék módszertani munkában a fő figyelem a szemléltetés kérdéseire összpontosult. A meglévő kabinetek továbbfejlesztése mellett elkészült a repülő technikai kabinet, ahol 1 db JAK-9-es, 1 db IL-10-es repülőgépet, tartozékait, belső berendezéseinek metszeteit, repülő fegyvereket, lőszereket, stb. építették be. Az Akadémián elkészült az atomharcászati és atomfizikai kabinet is [11].

Az oktatók iskolázottságának emelése érdekében lehetővé tették, hogy az akadémiai képzés levelező osztályaiba beiratkozzanak. A foglalkozásra nem volt kötelező járni, de a tananyagot fel kellett dolgozni, és az adott levelező osztállyal vizsgázni kellett. A tanszéken 2 fő (Hajdó százados és Koleszár főhadnagy) előzetesen engedélyt kapott, hogy 1955 őszétől levelező lövész szakon tanuljon. Tervbe vették, hogy az oktatók tanulmányi munkájának segítésére hétfőnként tanuló napot biztosítanak [11].

A tanszék tanárai a hadosztályparancsnoki és ezredparancsnoki csoportban vettek részt a központi továbbképzésen, valamint atomfizikai képzésben is részesültek [11].

A tanszéki szakmai felkészültség emelése, a tudományos kutatási eredmények megismerése érdekében kialakult a tárgykör felelősi rendszer, melynek lényege az volt, hogy mindenki egy-egy témáért volt felelős (anyagokat gyűjtött, azokat feldolgozta, tanulmányozta, abból időnként beszámolót tartott, a legújabb ismereteket írásos formában is megjelenítette) [11].

Ellentmondásos képet mutat a fegyelmi helyzet. A fegyelemsértések száma nőtt a tanszéken, és a hallgatóknál is. Ugyanakkor nőtt a dicséretetek száma is, az év folyamán többen kaptak kitüntetést [11].

1953. novemberében a HM utasításra elkészültek a Szervi Határozványok. Az Akadémia oktatási-szervezeti egységeinél, így a repülő tanszéken is kidolgozásra került a Tanszék Szervi Határozványa, ennek részét képezte az egyes munkakörökhöz tartozó kötelezettségek, jogok, feladatok, hatáskörök írásban való rögzítése [11].

1954. április 4-én a tanszék részt vett a díszszemlén, a demonstráción szereplő zászlóalj elnyerte a legjobb tiszti zászlóalj címet és a vándorserleget [11].

1954-ben, a nyári árvíz idején, a tanszék is feladatot kapott a védelmi munkákban való közreműködésre, a megszabott munkákat becsülettel teljesítette, egy tiszt kormánykitüntetést kapott [11].

A tanévben végzett munkát jelentősen befolyásolta, hogy az 1953 őszén elkészült (piros /III-as/) épületbe átköltözve a tanszék jobb körülmények közé került. A hallgatói osztályokkal együtt az épület déli szárnyát kapta meg. (A tanszék a földszinten, a hallgatói osztályok, kabinetek, fotólabor, stb. az emeleteken voltak) [11].

1954–1955

Az Akadémia szervezeti felépítésében változás nem történt, az hasonló maradt az előző évihez.

- a repülő fakultás parancsnoka: Böde István őrnagy
- politikai helyettese: Csiger Sándor őrnagy volt [11].

A tanulmányi év elején összevonták a két hallgatói a hajózó és törzsosztályt, így a tanszéki oktatómunka valamelyest egyszerűsödött [11].

A tanszék állománya ekkor a következő volt:

- tanszékvezető: Fodor Gyula alezredes;
- tanszékvezető helyettes: Székelyhidi Hugó őrnagy (aki 1955 tavaszán nyugállományba vonult);
- repülő harcászati főtanárok:
 - Bányai Gyula főhadnagy (a III. évfolyam osztályfőnöke);
 - Hajdó József százados (a II. évfolyam osztályfőnöke);
 - Szentpéteri György őrnagy (az I. évfolyam osztályfőnöke);
 - Koleszár János főhadnagy (az ezredparancsnoki tanfolyam osztályfőnöke).
- repülő szaktanárok:
 - Horváth József mk. százados;
 - Iglóvári Tibor főhadnagy;
 - Szász Jenő főhadnagy;
 - Varga István százados.
- tanszék titkár: Pető főtörzsőrmester [11].

A tanszék állománya 1955 tavaszán változott, ugyanis a szovjet akadémia elvégzése után többen itt kaptak beosztást, így Szabó József százados tanszékvezető, Rácz Imre százados repülő harcászati főtanár, Szilágyi János százados repülő szaktanár lett [11].

Ezzel egyidőben Horváth József mk. százados központi szervhez került áthelyezésre, helyette Bárdosi Ferenc mk. főhadnagy került a tanszékre, valamint a repülő szakmai csoportot megerősítették Bikszegi Viktor főhadnaggyal [11].

A hazai politika gyakran változó irányvonala eléggé zavarta a tanszék oktatóinak tisztánlátását. Ebben a helyzetben keresték valódi értékeiket, egyre nehezebb lett a hallgatók nevelése, akik ugyancsak kritikusan értékelték a társadalomban zajló nem egyértelmű folyamatokat [11].

A kiképzési év során a tanszék erősödött, a feladatok gyarapodtak, egyidőben négy repülő osztály oktatásáért, tanulmányi munkájáért volt felelős a tanszék. Ezt jelentősen befolyásolta, hogy az ezredparancsnoki tanfolyamon, de a többi fegyvernemi osztályban, a levelező osztályokban is egyre több foglalkozást kellett a tanszéknek tartani [11].

A feladatok lelkiismeretes megoldását, a jó oktatómunkát jellemzi, hogy emelkedtek az évvizsgák és államvizsgák átlageredményei. Komoly erőfeszítést jelentett a nagy számú diplomamunka témavezetése, az írásművek időbeli elkészítésének segítése, a védés előkészítése, és lefolytatása [11].

A tanszék jó oktató-nevelő munkáját dicséri, hogy az akadémiát aranyéremmel végző két hallgató közül az egyik — Galovicz János főhadnagy — repülő szakos hallgató volt. Három hallgató — Kocsis János főhadnagy, Oláh István főhadnagy és Sziklai József hadnagy — kiváló eredménnyel fejezték be tanulmányaikat [11].

A tanévben a fegyelmi helyzet megfelelő volt. A hallgatók közül sokan kaptak dicséretet, a tanszéken többen rendfokozatban előléptek, néhányan kormánykitüntetésben részesültek [11].

Az MNK Miniszter Tanácsának határozata értelmében (a Honvédelmi Miniszter 15/1955. számú parancsa alapján) a Honvéd Akadémia 1955. március 15-én felvette Zrínyi Miklós a nagy költő, politikus és hadvezér nevét, így a neve Zrínyi Miklós Katonai Akadémiára változott [11].

A felszabadulás 10. évfordulóján rendezett díszszemlén az Akadémia díszszázlóalján a repülő hallgatók és oktatók is jelen voltak [11].

1955–1956

Az új képzési évben az Akadémia szervezete nem változott, de a különleges, valamint az M tanfolyamok beindításával növekedett a hallgatói osztályok száma [11].

- a repülő fakultás parancsnok: Böde István alezredes
- politikai helyettese: Piskoczi András őrnagy volt.

A tanszék állománya a következő volt:

- tanszékvezető: Fodor Gyula alezredes (elődje Szabó József százados a megelőző kiképzési év befejeztével más beosztásba került).
- tanszékvezető helyettes: Rácz Imre százados
- repülő harcászati főtanárok:
 - Bányai Gyula százados – a II. évfolyam osztályfőnöke
 - Hajdó József százados – a III. évfolyam osztályfőnöke
 - Szentpéteri György őrnagy – ezredparancsnoki tanfolyam osztályfőnöke)
 - Koleszár János százados - ezredparancsnok tanfolyam osztályfőnöke)
- repülő harcászati tanárok:

- Baran János főhadnagy
- Kovács Béla százados (1950-től a tanszéki szovjet tanácsadók tolmácsa volt)
- repülő szaktanárok: Szilágyi János százados (csoportvezető)
 - Iglóvári Tibor főhadnagy
 - Szász Jenő százados
 - Bikszegi Viktor főhadnagy
 - Varga István százados
 - Bárdosi Ferenc mk. százados
- tanszék titkár: Pető főtörzsőrmester. [11]

Új kiképzési utasítás jelent meg, mely szerint a kiképzési célok némileg megváltoztak. Az intézkedés szerint a következő kiképzési év december 1-jén kezdődik. Az I. évfolyamon repülő alapképzettségű osztály nem indult [11].

A levelező fakultáson csak összefegyvernemi osztályokat indítottak, ahol Hajdó József százados és Koleszár János százados 1955 őszén megkezdte tanulmányait [11].

A kiképzési év folyamán a tanszék jó munkát végzett. Az oktató munkában újként jelentkezett az atomeszközök alkalmazásának megismertetése. A tanszék a repülőszakos hallgatók II. és III. évfolyamát, az ezredparancsnoki tanfolyamot (két osztályt), a fegyvernemi osztályokat, valamint a levelező osztályokat oktatta [11].

Az ön- és továbbképzés foglalkozásain nagy hangsúlyt kapott a hadtudományi kutatások legújabb eredményeinek a megismerése, a korszerű harc (hadművelet) előkészítése, megvívása.

Az oktatási feladatok mellett egyre több figyelmet fordított a tanszék a módszertani munkára. A hallgatói munkában egyre nagyobb szerepet kapott az önállóság, az egyszemélyi parancsnok szerepének megismerése, munkájának gyakorlása [11].

A tárgykör felelősi rendszer betöltötte szerepét, a témafelelős oktatók egyre inkább specialistájává váltak témájuknak [11].

A tanszékről a tanszékvezető és helyettese vett részt az Akadémia Tudományos Tanácsa munkájában. A tanszéken olyan kérdések tanulmányozása volt napirenden, mint:

- a folyón való erőszakos átkelés.
- a hegységekben vívott támadó harc (hadművelet) atom eszközök alkalmazása esetén.
- ezekhez kapcsolódóan a légierő repülő csapatnemeinek tevékenysége [11].

A politikai élet jelenségei nem voltak hatástalanok sem a hallgatókra, sem az oktatókra, ezek különösen a kiképzési év második felében voltak érezhetők. Az egyre inkább elhatalmasodó bizonytalanság, a vezetők iránti bizalmatlanság, a tájékoztatás hiánya, a kialakult helyzettel kapcsolatos kérdésekre adott nem kielégítő válaszok megingatták az embereket. Ehhez társult (vagy ennek követ-

kezménye volt) az alacsonyabb szintű követelménytámasztás, de mindezek sok fegyelemsértést is eredményeztek. A fegyelemsértéseket nem követte felelősségre vonás, a dicséretetek száma viszont jelentősen megnövekedett [11].

A tanév végén került kibocsátásra a korábban összevont (hajózó és törzs) osztály. Az élet bebizonyította, hogy jó döntés volt az összevonásuk, mert a hallgatók kölcsönösen sokat tanultak egymástól. A végzős hallgatók közül Karlinger Ferenc százados ért el kiváló eredményt [11].

A következő kiképzési évet előkészítő módszertani hónap megtartására az októberi események miatt nem került sor [11].

Az 1955-56-os kiképzési évben - a külföldi akadémiákon történt látogatások és konzultációk tapasztalataira alapozva - tervbe vették a tanszékek és a fakultások összevonását, így a repülő fakultás és a repülő tanszék az egyesített „Légyvédelmi tagozat”-on kapott volna „helyet” [11].

A légyvédelmi tagozat:

- parancsnoka: Fodor Gyula alezredes
- parancsnok helyettese: Tóth József őrnagy
- politikai helyettese: Balkó János alezredes lett.

Az októberi események miatt ez a szervezet gyakorlatilag már tevékenységét sem kezdte meg. [11]

Tevékenység az 1956-os forradalmat megelőzően, és a forradalom idején

1956. szeptember végén a III. éves hallgatók befejezték a kiképzési évet, és szabadságra távoztak [11].

1956. júliustól — az SZKP XX. kongresszusán felvetett kérdések, és elhangzottak hatására — a tanszéken is érezhetően megváltozott a hangulat, gyakran viták kerekedtek. Az akkori megítélés szerint is a sok helyes nézet mellett helytelen nézetek is felszínre kerültek. Sztálinnak a „nagy vezérnek”, és magyar követőinek személye körül élénk vita folyt, később elvi, ideológiai kérdések kerültek a középpontba. [11]

A politikai vezetés kacskaringói, a Petőfi kör tevékenysége, majd a kormány és a párt megnyilatkozásai, továbbá a rehabilitációkról szóló nyilatkozatok megrendítették a személyi állomány egy részének (ha ilyen egyáltalán volt) párt iránti bizalmát. Az MDP 1956. júliusi határozata egyértelművé tette, hogy a párt több vezetője nem élvez bizalmat, a politikai életben a változások elkerülhetetlenek [11].

Az Akadémia politikai osztálya által szervezett irodalmi esten kifejezésre jutott, hogy helytelen a párt politikája és a társadalmi rendszer reformra szorul. Fokozta a zűrzavart, de erősítette a tisztább jövőbe vezető út helyességét, hogy a

politikai foglalkozásokon nem a leadott (előírt) anyagot, hanem a Petőfi kör ülésén elhangzottakat vitatták meg a hallgatókkal és a tanárokkal is [11].

1956. október 23-án délután a tanszék személyi állományának nagy része jelen volt a Lejtős tanteremben szervezett tiszti gyűlésen, ahol hosszú vita után elfogadták a lengyel akadémiának küldendő távirat szövegét. Ismertették a polgári egyetemek hallgatóinak több pontból álló követelését, melynek egyes pontjaival a tiszti állomány is egyetértett. A felszólalók közül többen követelték a több pártrendszer visszaállítását, a címer megváltoztatását, az új mintájú egyenruha bevezetését, sőt a tiszti állomány nagy része követelte a szovjet csapatok kivonulását is. A gyűlés után az állomány nagy része a városba távozott [11].

Az Akadémia vezetőiben, de többekben is felmerült a gondolat az állomány összetartására, és hiteles tájékoztatására. Az együtttartásra 24-én hajnalba rendelték el a riadót, a tanszék állománya (a hallgatók is) csak a tényleges munkakezdésre — 7-8 óra között — érkeztek be az akadémiára. A tanszékről Hajdó József százados már 23-án a késő délutáni óráktól a hadművelleti tiszti csoportban teljesített szolgálatot [11].

Október 24-én az Akadémián nagy zűrzavar volt, és általános tájékozatlanság uralkodott. Egy időre megszakadt az oktató-nevelő munka [11].

A repülő hallgatók, és a tanári állomány 1956. október 24-e és november 4-e között a következő feladatokat hajtotta végre:

- ügyeletes alegység szolgálatban volt;
- járőrözési feladatokat látott el;
- különböző objektumok őrzésében, védelmében vett részt;
- biztosítási feladatokat végzett [11].

A Repülő-tanszék állományából, és a hallgatók közül november 4-e után többen nem írták alá a Tiszti Nyilatkozatot. Így megváltak a hadseregtől:

- Rácz Imre százados tanszékvezető helyettes;
- Koleszár János százados, főtanár;
- Kovács Béla százados, tanár;
- Iglóvári Tibor főhadnagy, szaktanár;
- Varga István százados;
- Bárdosi Ferenc mk. százados;
- Pető főtörzsőrmester, a tanszék titkára [11].

A légvédelmi tagozat állományából karhatalmi század alakult, amely a XIX. kerületi Rendőrkapitányságon (Pestlőrincen) teljesített karhatalmi feladatokat. A század az első időszakban (december végéig) igen nehéz feladatot látott el fegyvereket gyűjtött be, fegyvert, lőszert kutatott fel, és azokat biztos helyre szállította. Felléptek a fosztogatókkal szemben, járőrözési feladatot végeztek a rend és közbiztonság helyreállítása és fenntartása érdekében [2, 5, 11].

1957. március 20-a után megkezdődött a képzés előkészítése, az un. csonka kiképzési év pedagógiai okmányainak kidolgozása, a szervezőmunka [11].

Felső döntés alapján a repülőtanszéket és a légvédelmi tüzér tanszéket Légvédelmi tanszék megnevezés alatt összevonták [11].

Csonka kiképzési év 1957-ben

A Légvédelmi tanszék vezetése és repülő oktatói csoportja a következő volt:

- légvédelmi tanszékvezető: Sánta Károly alezredes;
- politikai helyettes: Komáromi Béla őrnagy;
- légvédelmi tanszékvezető repülőhelyettese: Fodor Gyula alezredes.
- repülő harcászati főtanárok:
 - Kovács Lajos főhadnagy (Akadémiát végzett a Szovjetunióban 1955-ben);
 - Hajdó József százados (III. évfolyam osztályfőnöke);
 - Bányai Gyula százados;
- repülő harcászati tanárok:
 - Baran János főhadnagy;
 - Karlinger Ferenc főhadnagy;
- repülő szaktanárok:
 - Szilágyi János százados;
 - Szász Jenő százados;
 - Bikszegi Viktor főhadnagy [11].

A tanszék a csonka kiképzési évben a következő repülő osztályokat oktatta:

- III. évfolyam (repülő – parancsnoki osztály);
- IV. évfolyam (repülő politikai munkás osztály) [11].

A fentiekén kívül biztosítani kellett a repülő harcászati kiképzést — bár csökkentett óraszámban — a többi fegyvernemi osztályokban is. A csonka kiképzési évben fontos feladat volt a fegyelmi helyzet megszilárdítása és a magas fokú követelménytámasztás az oktatásban és a nevelésben [11].

A kiképzés 1957. április 8-án indult. A kiképzési feladatok teljesítése igen nagy nehézségekbe ütközött. A képzés befejezése után a harmadéves repülőosztály 1957. december 2-án került sor [11].

A továbbiakban három repülő szakképzettségű oktató maradt az akadémián (Kovács Lajos százados, Bányai Gyula százados, Baran János főhadnagy), akik a fegyvernemi osztályok repülőharcászati oktatását voltak hivatottak megoldani [11].

Összegező értékelés

A repülőtanszék megalakulásától kezdve igen nehéz körülmények között teljesítette feladatát. Az első években a tanszék tanárai igen nagy óraterhelés mellett,

rossz elhelyezési körülmények között dolgoztak. A kiképzési szünnapok kivételével munkanapokon délelőtti órát tartottak, délután a másnapi tanórákra készültek, utána a késő éjszakai órákig konzultáltak, kidolgozó munkát és egyéb tanári munkát végeztek.

A tanszék megalakulásától — a tárgyalt időszak alatt — magasabb képesítésű repülő tiszteket bocsátott ki az alaptagozaton:

- a kétéves képzésben kettő osztályt;
- a hároméves képzésben három osztályt;
- az ezredparancsnoki tanfolyamon egyéves képzésben hét osztályt;
- összességében több mint 200 fő repülőtszert.

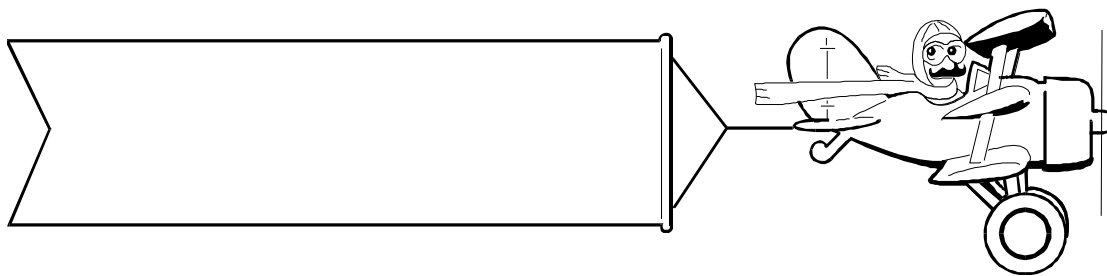
A kibocsátott öt repülőosztály végzős hallgatói közül két fő aranyéremmel végzett, 6 fő pedig kiváló diplomát szerzett.

A tanszék a fentiekén kívül 1957-ig a magasabbparancsnoki tanfolyam és a más fegyvernemi osztályok több száz hallgatójának repülő hadműveleti, és harcászati képzését hajtotta végre eredményesen.

Végzős repülő hallgatók közül többen az Akadémia elvégzése után magas beosztásokba kerültek és magas katonai rendfokozatot értek el.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Repülési Lexikon 1. rész. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1991.
- [2] Repülési Lexikon. II. rész. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1991
- [3] Zrínyi Miklós Katonai Akadémia 1950-1975. (Szerkesztette: Zágoni Ernő). Zrínyi Nyomda, Budapest, 1975
- [4] IVÁN Dezső: A magyar katonai repülés története 1945 – 1956. HM. Oktatási és Tudomány-szervező Főosztály, Budapest, 1999. 36. oldal.
- [5] MUCS-ZÁGONI: A Magyar Néphadsereg története 1945-1959. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1979.
- [6] Honvéd Kossuth Akadémia 1947-49. Honvédelmi Minisztérium és ZMNE Hadtudományi Alapítvány Budapest 2004.
- [7] Magyar Szárnyak XXIX. évfolyam 2001. évi 29. szám. Magyar Szárnyak Baráti Köre, Budapest 2001.
- [8] Magyar Szárnyak XXIX. évfolyam 2001. évi 29. szám. Magyar Szárnyak Baráti Köre, Budapest 2001.
- [9] Magyar Szárnyak XXIX. évfolyam 2001. évi 29. szám. Magyar Szárnyak Baráti Köre, Budapest 2001.
- [10] Magyar Szárnyak XXIX. évfolyam 2001. évi 29. szám. Magyar Szárnyak Baráti Köre, Budapest 2001.
- [11] Repülő hadműveleti-harcászati tanszék /alapanyag a repülőtanszék történetéhez/ (Kézirat, összeállította. Hajdó József nyá. alezredes, Kovács Lajos alezredes, Dr. Bartos Jenő alezredes).



KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI ROVAT

Rovatvezető: Dr. Rohács József
Rovatszerkesztők: Dr. Szabó László
Kovács József

A SZOJKA–III NEMIRÁNYÍTOTT REPÜLŐGÉP ANALÍZISE

A cikkben a Szojka–III pilótánélküli repülőgép — [5] szakirodalomból rendelkezésre álló repülésmechanikai matematikai modelljei idő- és frekvencia tartománybeli vizsgálatainak eredményeit mutatja be a szerző. A vizsgálatokat állandó tömegű ($m=135$ kg), állandó magasságon (400 m), 110, 130, 150, 170, 190 km/h sebességgel repülő repülőgépre terjesztette ki, és MATLAB® környezetben futtatott, előre megírt program segítségével végezte.

BEVEZETÉS

A Magyar Honvédség légierijének feladatai között szerepelnek olyan feladatok, mint például légi felderítés, megfigyelés, harcmezőről történő valós idejű információszerzés, rendszerek elektromágneses kisugárzásának felderítésére, vegyi- és sugárfelderítő vagy aknamező felderítő feladatok végrehajtása, földi és légi célok megsemmisítése vagy légi célok imitálása.

A feladatok sokrétősége egy olyan speciális eszköz alkalmazását teszi szükségessé, amely bevetés után, rövid idejű átalakítással (megfelelő konténerek cseréje) az új harcfeladat sajátosságainak megfelelően, átfegyverezhető és gyorsan újra bevethető. A pilóta nélküli repülők ilyen eszközök, (a rajtuk elhelyezhető fedélzeti hasznos terhelések függvényében) katonai, és nem katonai feladatok széles spektrumát képesek ellátni.

Jelenleg a Magyar Honvédségben nincs rendszeresítve pilóta nélküli repülőeszköz. Ez azt is jelentheti, hogy a felsorolt feladatok nem, vagy csak részben megkérdőjelezhető hatásokkal, illetve nem optimális költség ráfordítással vannak biztosítva.

1988-ban kezdődött magyar–cseh fejlesztés eredményeként megépült a Szojka–III pilóta nélküli repülőgép. A repülőgép a 90-es éveknek megfelelő fejlettségű, alacsony költségvetéssel (150 millió forint) fejlesztett robotrepülői közé tartozik. Felhasználási lehetőségeit és üzemeltetését tekintve viszonylag egyszerű és olcsó eszköz. Sokoldalú hasznos terhei révén jól alkalmazható lenne az előzőekben felsorolt feladatok részleges, vagy akár teljes ellátására [7].

A mintegy 20 kg hasznos teher szállítására képes repülőgép irányító rendszerének „felhasználó barátta” alakítása lehetőséget teremt a repülőgép egyszerű repültetésére. A repülőgép robotpilóta rendszerének korszerűsítése után, a mai kor kis költségvetésű haderejében rendszerbe állítható, és mint egy többcélúan felhasználható repülőeszköz állhatna bevetésre készen a Magyar Honvédség, Katasztrófavédelem, vagy a Határőrség számára.

A SZOJKA–III PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐGÉP-KOMPLEXUM

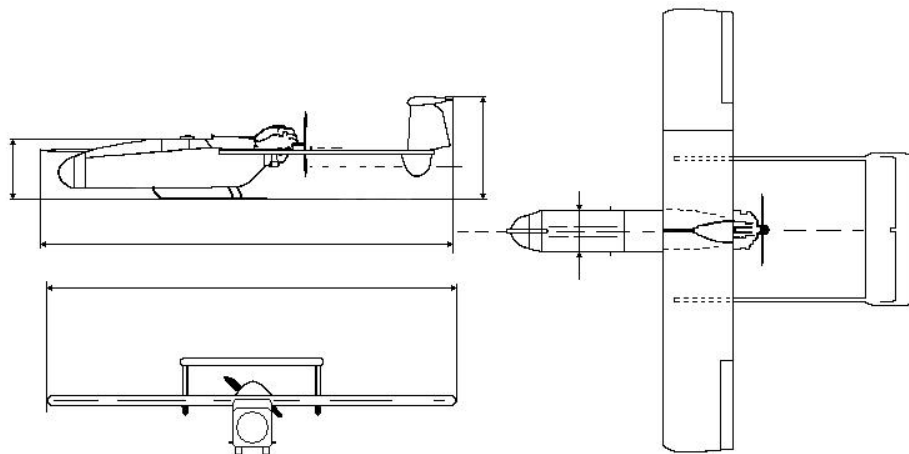
A Szojka–III repülőgép-komplexum négy önálló szállítási egységből áll:

- Indító-gépjármű (a gépjárművön található a 12 méter hosszú indítósín, egy kisméretű daru, egy 220V/50 Hz-es áramfejlesztő generátor, az indításhoz szükséges elektronikus vezérlő berendezések, illetve a szélesebség és széliránymérő rendszer);
- földi irányítóállomás (tartalmazza a repülési feladat végrehajtásához, illetve a felderítési tevékenység irányításához és az információk kiértékeléséhez szükséges berendezéseket);
- műszaki mentő gépjármű;
- műszaki kiszolgáló gépjármű.

A Szojka–III pilóta nélküli merev szárnyú, kisméretű és súlyú, elsősorban harcászati szintű felderítési feladatok megoldására alkalmas repülőeszköz (1. ábra), ami használható különböző katasztrófavédelemben felderítési feladatok ellátására is.

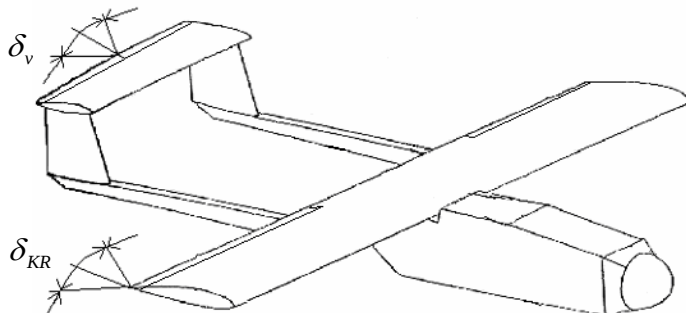
A Szojka–III pilóta nélküli repülőgép lehetséges felhasználói a Magyar Honvédség mellett a Katasztrófavédelem, Határőrség, Rendőrség, illetve Tűzoltóság is.

A repülőgép alacsony magasságon (repülési tartománya 50–2000 m) kis repülési sebességgel (maximális sebessége 220 km/h) hajtja végre repülési feladatait. Teljes feltöltéssel maximum 3,5 órát képes a levegőben tartózkodni, hatósugara 150 km. Indítása indító-gépjárműről, 1 tonna tolóerejű startkatapult berendezéssel, leszállítása ejtőernyővel történik, de a törzsre szerelt siklótalpra is képes leszállni. Irányítása mobil repülőtéren települt földi, vagy egy előretolt irányító állomásról, illetve a robotpilótába előzetesen betöltött útvonalprogram alapján történik. A hasznos teher a feladatvégrehajtás függvényében cserélhető. A hasznos teher tömege az üzemanyag mennyiségétől függően maximum 20 kg lehet [7]. Nappal, jó látási viszonyok között, és csak a látóhatár széléig lehet üzemeltetni biztonságosan.



1. ábra. A Szojka–III háromnézeti rajza

A Szojka–III pilóta nélküli repülőgép a test koordináta-rendszer három tengelye körül kormányozható a magassági kormány δ_v szögkitérése által (a kereszt-tengely körüli bólintó mozgást eredményezi), és a csűrőlapok δ_{KR} szögkitérése által (hossz-tengely körüli forgó (orsózó) mozgást hozza létre) létesített nyomatékok hatására. Az oldalkormányt nem alakították ki, és repülés közben a hajtómű üzemállapota sem szabályozható, vagyis a repülőgép alapvetően kis magasságon, alacsony repülési sebességgel végrehajtott távirányított repüléseket végez, 2. ábra [4].



2. ábra. A Szojka–III pilóta nélküli repülőgép

A SZOJKA–III PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐGÉP ANALÍZISE IDŐTARTOMÁNYBAN

A Szojka–III pilóta nélküli repülőgép, mint nemirányított szakasz minőségi jellemzőinek megismerése, és összevetése a robotpilóta rendszerekkel szemben

támasztott minőségi követelményekkel, lehetőséget teremt az előírt irányítás-technikai minőségi követelmények biztosításához és a szükséges szabályozó megtervezésére.

A robotpilótákkal szemben támasztott alapvető követelmény a megfelelő pontosságú alapjel-követés. A gyakorlatban a robotpilóta alapjel-követését az alábbi bemenő jelekre szokás vizsgálni [1, 2, 6, 17]:

- $x_a(t) = \delta(t)$, Dirac-delta impulzus – segítségével a rendszer súlyfüggvényét határozhatjuk meg, melyen keresztül a zárt szabályozási rendszer (repülőgép) stabilitását vizsgálhatjuk. A közvetlen stabilitási kritérium alapján a szabályozási rendszer akkor és csak akkor stabilis, ha (megfelelően hosszú idő elteltével) a súlyfüggvény értéke zérus, vagyis:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} w(t) = 0 \quad (1)$$

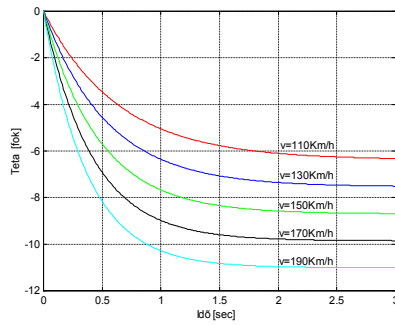
- $x_a(t) = 1(t)$, egységugrás jel – általa a rendszer átmeneti függvényét ismerhetjük meg. Gyors működésű kormányrendszerek esetén az egyes kormányfelületek meghibásodás miatt bekövetkező szögkitérés, valamint a pilóta által vezetett kiképző repülőgépek robotpilótája légi meghibásodásának imitálása során, az egyes kormányfelületeken létrehozott szögkitérések jó közelítéssel egységugrás jellegűeknek tekinthetők. A valós kormányrendszerekben az időkéscés 0,02–0,05 másodperc, amely elhanyagolhatóan kis értékű a zárt szabályozási rendszerek több másodperces tranziens idejéhez képest.

A robotpilóta zárt szabályozási rendszerének irányítástechnikai minőségi jellemzőit az átmeneti függvényből szokás származtatni. Ha a vizsgált jellemző az átmeneti folyamat lezajlása után egy új állandósult állapotnak megfelelő értéket vesz fel, vagyis:

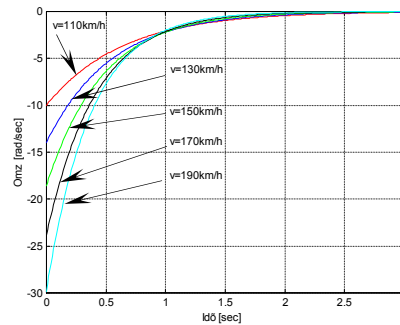
$$\lim_{t \rightarrow \infty} v(t) = konst, \quad (2)$$

akkor a zárt szabályozási rendszer stabil [18].

A Szojka–III pilóta nélküli repülőgép hosszirányú nemirányított mozgása súlyfüggvényeinek meghatározásakor a repülőgép bemeneti jele legyen a magassági kormány Dirac-impulzus jellegű kitérítése. A repülőgép kimeneti válasz jelei, pedig a hosszirányú mozgás (ϑ, H, ω_z) állapotváltozói. Az állapotváltozók repülési sebességben paraméterezett súlyfüggvényei a 3., 4., 5. ábrákon láthatók.

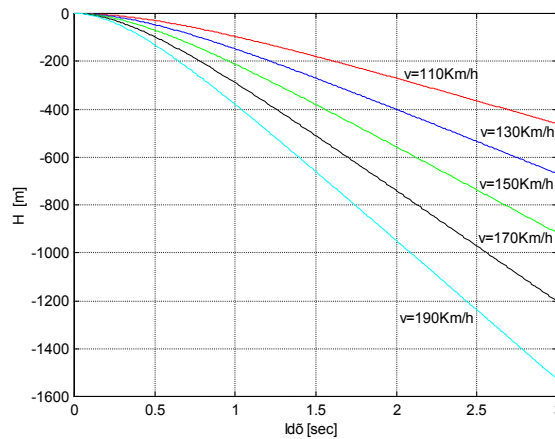


3. ábra. A bólintási szög impulzusválasz függvénye



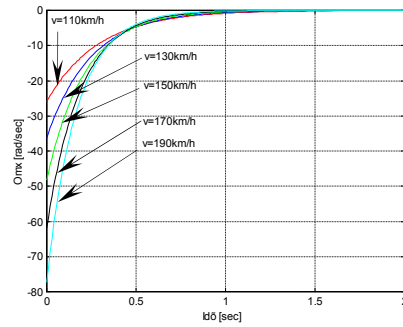
4. ábra. A bólintási szögsebesség impulzusválasz függvénye

A 3. ábrán látható, hogy a vizsgált repülési üzemmódokon a nemirányított rendszer válasza a Dirac-impulzus gerjesztésre kezdetben exponenciálisan változik, és $t \rightarrow \infty$ esetén a repülési sebesség növekedésével a stacioner állapot abszolút értéke nő. A 4. ábrán az impulzus válasz függvény transziens folyamata exponenciális, majd $t \rightarrow \infty$ estén a repülési sebesség értékétől függetlenül zérushoz tart. Az 5. ábrán a repülési magasság súlyfüggvényei $t \rightarrow \infty$ esetén aperiodikusan szét tartóvá válnak, vagyis a repülőgép egyensúlyi helyzetéből kitér, és oda nem tér vissza.

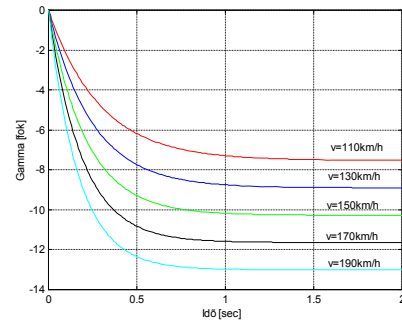


5. ábra. A magasság impulzusválasz függvénye

A vizsgált repülőgép nem irányított oldalirányú mozgása (ω_x, γ) állapotváltozóinak transziens analízise során a repülőgép bemeneti jele legyen csűrőlapok Dirac-impulzus jellegű kitérítése. A mozgás állapotváltozóinak viselkedése a 6. és a 7. ábrákon látható.



6. ábra. Az orsózó szögsebesség impulzusválasz függvénye

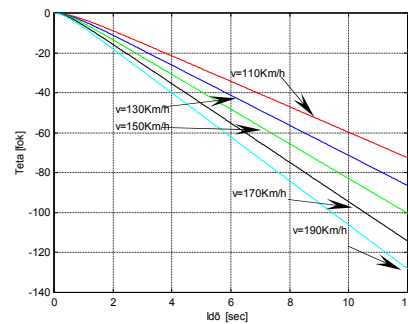


7. ábra. A bedöntési szög impulzusválasz függvénye

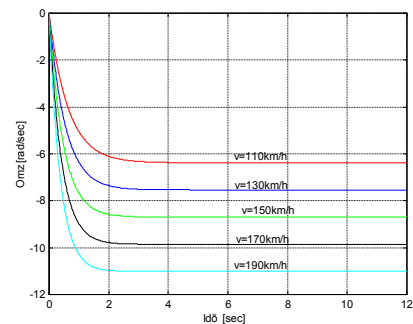
A 6. ábráról leolvasható, hogy az orsózó szögsebesség impulzusválasz függvénye kezdetben exponenciálisan változik, és $t \rightarrow \infty$ estén minden vizsgált üzemmódon zérushoz tart. A 7. ábrán a nemirányított rendszer válasza a Dirac-impulzus gerjesztésre kezdetben exponenciálisan változik, és $t \rightarrow \infty$ esetén a repülési sebesség függvényében konstans értékre áll be.

A továbbiakban a Szojka–III repülőgép átmeneti függvényeit vizsgálom. Az átmeneti függvények meghatározása során a repülőgép bemeneti jelének tekintem a magassági kormány egységugrás jellegű kitérítését, kimeneti jelnek, pedig a hosszirányú nem irányított mozgás (ϑ , H , ω_z) állapotváltozóit.

A hosszirányú mozgás állapotváltozóinak repülési sebességben paraméterezett átmeneti függvényei a 8., 9., 10. ábrákon láthatók.

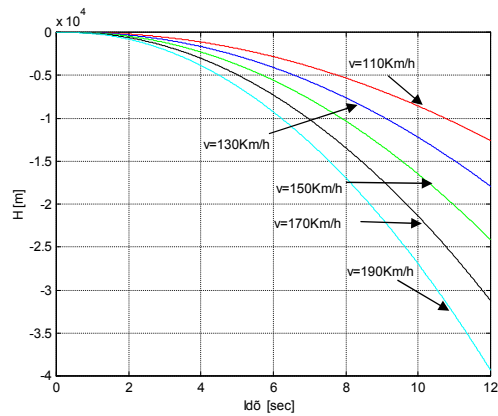


8. ábra. A bólintási szög átmeneti függvénye



9. ábra. A bólintási szögsebesség átmeneti függvénye

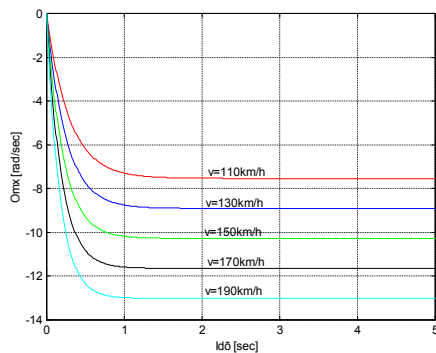
A 8. ábrán a bólintási szög értéke $t \rightarrow \infty$ esetén aperiodikusan szétartóvá válik. A 9. ábrán a bólintási szögsebesség időfüggvénye kezdetben exponenciálisan változik, és $t \rightarrow \infty$ esetén konstans értékűvé válik.



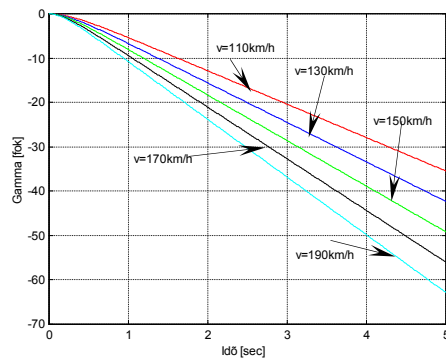
10. ábra. A magasság átmeneti függvénye

A repülési sebesség növekedésével a stacioner állapot abszolút értéke nő. A 10. ábrán látható, hogy a repülési magasság átmeneti függvényei $t \rightarrow \infty$ esetén aperiodikusan szét tartóvá válnak.

Határozzuk meg a Szojka–III repülőgép oldalirányú nem irányított mozgásának átmeneti függvényeit. Az átmeneti függvény meghatározása során legyen a repülőgép bemeneti jele a csűrőlapok egységugrás jellegű kitérítése. A repülőgép oldalirányú nemirányított mozgása állapotváltozóiinak transziens viselkedése a 11., 12. ábrákon látható. A 11. ábrán az orsózó szögsebesség időbeli lefolyása kezdetben exponenciálisan változó jellegű, majd $t \rightarrow \infty$ esetén a repülési sebesség növekedésével növekvő abszolút értéket vesz fel. A 12. ábra alapján megállapítható, hogy a bedöntési szög időfüggvényei $t \rightarrow \infty$ esetén aperiodikusan szét tartóvá válnak.



11. ábra. Az orsózó szögsebesség átmeneti függvénye



12. ábra. A bedöntési szög átmeneti függvénye

A repülőgép nemirányított mozgásának irányítástechnikai minőségi jellemzőit. az 1. táblázat, 2. táblázat foglalja össze. Az 1. táblázatból kiolvasható, hogy az oldalirányú mozgás karakterisztikus egyenletei az origóban, és a negatív tengelyen elhelyezkedő pólusokkal rendelkeznek. A csillapítási tényező értéke -1 és 1.

Az oldalirányú mozgás minőségi jellemzői

1. táblázat

Sajátérték (λ)	Csillapítási tényező (ξ)		Sajátlengések körfrekvenciája (ω) [rad/sec]
	Valós érték	Előírt érték	
1. üzemmód: v=110 km/h, H=400 m, m=135 kg			
0	-1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	0
-3,44	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	3,44
2. üzemmód: v=130 km/h, H=400 m, m=135 kg			
0	-1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	0
-4,07	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	4,07
3. üzemmód: v=150 km/h, H=400 m, m=135 kg			
0	-1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	0
-4,69	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	4,69
4. üzemmód: v=170 km/h, H=400 m, m=135 kg			
0	-1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	0
-5,32	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	5,32
5. üzemmód: v=190 km/h, H=400 m, m=135 kg			
0	-1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	0
-5,94	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	5,94

A hosszirányú mozgás minőségi jellemzői

2. táblázat

Hosszarányú mozgás kinematikai jellemzői			2. táblázat
Sajátérték (λ)	Csillapítási tényező (ξ)		Sajátlendégek körfrekven- ciája (ω) [rad/sec]
	Valós érték	Előírt érték	
1. üzemmód: v=110 km/h, H=400 m, m=135 kg			
0	-1	$0,5 \leq \xi < 1$	0
0	-1	$0,5 \leq \xi < 1$	0
-1,57	1	$0,5 \leq \xi < 1$	1,57

2. üzemmód: $v=130$ km/h, $H=400$ m, $m=135$ kg			
0	-1	$0,5 \leq \xi < 1$	0
0	-1	$0,5 \leq \xi < 1$	0
-1,85	1	$0,5 \leq \xi < 1$	1,85
3. üzemmód: $v=150$ km/h, $H=400$ m, $m=135$ kg			
0	-1	$0,5 \leq \xi < 1$	0
0	-1	$0,5 \leq \xi < 1$	0
-2,14	1	$0,5 \leq \xi < 1$	2,14
4. üzemmód: $v=170$ km/h, $H=400$ m, $m=135$ kg			
0	-1	$0,5 \leq \xi < 1$	0
0	-1	$0,5 \leq \xi < 1$	0
-2,42	1	$0,5 \leq \xi < 1$	2,42
5. üzemmód: $v=190$ km/h, $H=400$ m, $m=135$ kg			
0	-1	$0,5 \leq \xi < 1$	0
0	-1	$0,5 \leq \xi < 1$	0
-2,71	1	$0,5 \leq \xi < 1$	2,71

A 2. táblázatban látható, hogy a repülőgép hosszirányú mozgását leíró egyenletek a vizsgált üzemmódokon az origóban és a negatív valóstengelyen elhelyezkedő pólusokkal rendelkeznek. A ξ csillapítási tényező értéke -1 és 1.

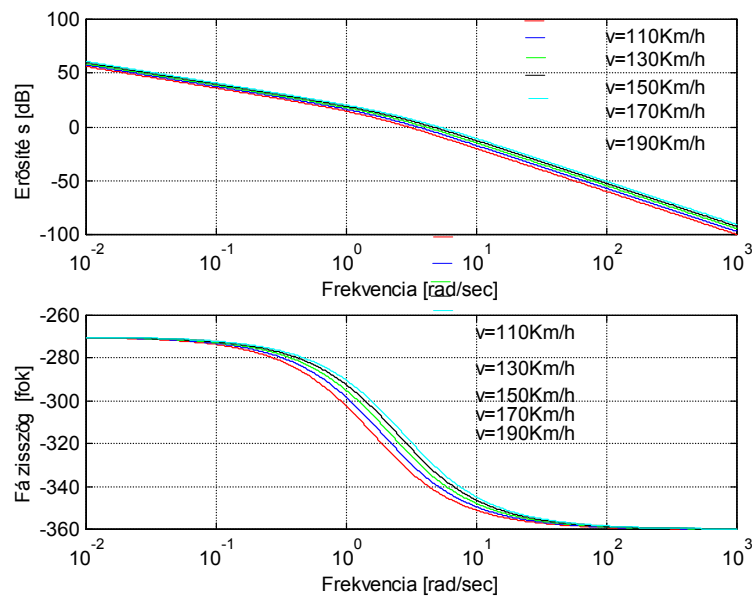
A SZOJKA–III PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐGÉP ANALÍZISE FREKVENCIATARTOMÁNYBAN

A stabilis működés feltételei — az időtartomány helyett — sok esetben előnyösebben tisztázhatók frekvenciatartományban. A komplex frekvenciafüggvények ábrázolására több módszer ismert. A frekvencia diagram legkönnyebben kezelhető formája a Bode-diagram. A számítógépes vizsgálati módszerek alkalmazásával sem csökkent a Bode-diagram szerepe: könnyen meghatározható, és szemléletes.

A repülőgépet térbeli mozgása során a frekvenciatartományban jól leírható külső és nagyfrekvenciás belső zavaró jelek gerjesztik. A fellépő külső és belső zajok re-

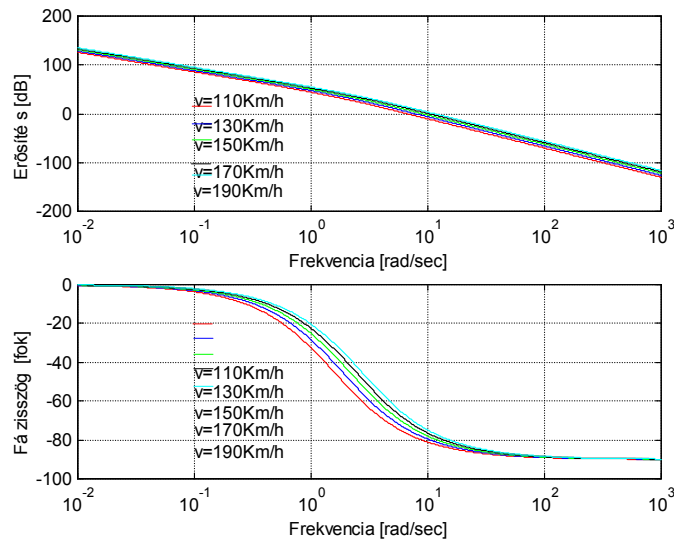
pülőgépre gyakorolt hatásának ismerete szükséges, hogy a megfelelő minőségi jellemzőket biztosító szabályozási rendszert megtervezhessük [6, 8, 18].

A 13., 14., 15. ábrákon a nemirányított repülőgép hosszirányú mozgásjellemzőinek Bode-diagramjai láthatók. A 13. ábráról leolvasható, hogy a bólintási szög Bode-diagramja a repülési sebesség növekedésével kismértékben nő. Az erősítés — a frekvencia növekedésével — monoton csökkenő jellegű. A 13. ábrán jól látható, hogy az $f \cong 1,567 \frac{1}{\text{sec}}$ törésponti frekvencián az erősítés kör-frekvencia jelleggörbe meredeksége -20 dB/D -al növekszik, és a vágási kör-frekvencián a meredeksége nagyobb, mint -40 dB/D .



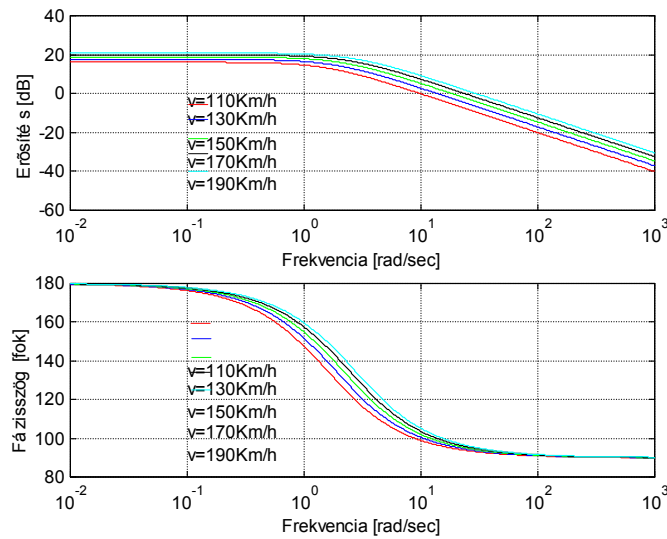
13. ábra. A bólintási szög Bode-diagramja

A stabilitás eldöntéséhez meghatároztam a nemirányított repülőgép erősítési-, és fázistartalékát, amelyekre zérus értékeket kaptam. A Bode-stabilitási kritérium felhasználásával megállapítottam, hogy a Szojka-III pilóta nélküli repülőgép a „bólintási szög – magassági kormány” csatorna tekintetében instabil viselkedésű. A 14. ábrán látható, hogy a magasságváltozás amplitúdó karakterisztikája a frekvencia növekedésével, a vizsgált tartományon monoton csökkenő. A repülési sebesség növekedésével az erősítés értéke kismértékben nő.



14. ábra. A repülési magasság Bode-diagramja

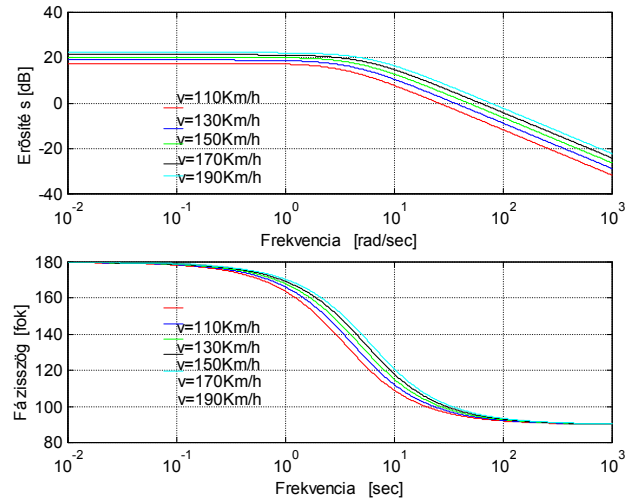
A 15. ábrán a bólintási szögsebesség Bode-diagramja látható. Az erősítés a kis frekvenciás tartományon konstans, a törésponti frekvenciától nagyobb frekvenciákon monoton csökkenő jellegű. Az erősítés- és a fáziskarakterisztika egytároló jellegű.



15. ábra. A bólintási szögsebesség Bode-diagramja

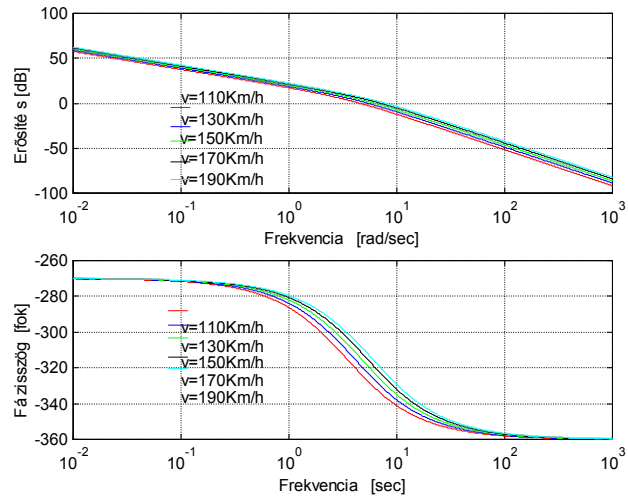
A 16. és a 17. ábrákon az oldalirányú mozgás állapotváltozóinak Bode-diagramjait látjuk. A 16. ábra alapján könnyen belátható, hogy az amplitúdó karakterisztika kis- és közepes frekvencia tartományon frekvencia független. A törésponti frekvenciától

nagyobb frekvenciákon monoton csökkenő értékeket vesz fel. A repülési sebesség növekedésével az erősítés abszolút értéke nő. Az erősítés-, és fáziskarakterisztika a bolyintási szög karakterisztikáihoz hasonlóan egytároló jelleget mutat.



16. ábra. Az orsó szögsebesség Bode-diagramja

A 17. ábrán a bedöntési szög amplitúdó- és fázis karakterisztikái láthatók. A karakterisztikák kisfrekvenciás tartományban a repülési sebességtől függetlenül gyakorlatilag együtt futnak. A térbeli mozgás állapotváltozóinak minőségi jellemzői lényegében nem függenek a repülési sebességtől.



17. ábra. A bedöntési szög Bode-diagramja

Az amplitúdó-, és a fázistartalék az összes vizsgált repülési üzemmódon nulla [3, 9, 10, 14, 15].

KÖVETKEZTETÉSEK

A szerző elvégezte a Szojka–III repülőgép hosszirányú és oldalirányú mozgásának számítógépes analízisét. A Szojka–III pilótanélküli repülőgép nemirányított oldal-, és hosszirányú mozgásának 1. és 2. táblázatokban felsorolt irányítástechnikai minőségi jellemzőinek és a [11, 12, 13] irodalmakban előírt irányítástechnikai minőségi követelmények az összevetéséből a következő megállapításokra juthatunk.

— Időtartománybeli vizsgálatok esetén:

- a Szojka–III repülőgép hosszirányú mozgásának két állapotváltozója negatív csillapítási tényezővel rendelkezik. Ez azt jelenti, hogy a nemirányított repülőgép instabil;
- a repülőgép nemirányított hosszirányú mozgásának harmadik ω_z összetevőjének (állapotváltozójának) csillapítási tényezője 1, amely nagyobb, mint az előírt;
- a repülőgép nemirányított oldalirányú mozgásának egyik összetevője (dőlési szög) negatív csillapítási tényezővel rendelkezik, vagyis a repülőgép instabil;

Frekvenciatartománybeli vizsgálatok esetén:

- a repülési sebesség növekedésével az erősítés, és a fázisszög értéke — állandó frekvencián — növekszik;
- a frekvencia növekedésével — állandó sebesség mellett — az erősítés, és a fázisszög értéke csökken;
- a Szojka–III repülőgép hosszirányú nemirányított mozgása instabil;
- a Szojka–III repülőgép oldalirányú nemirányított mozgása instabil;

Az összes vizsgált repülési üzemmódra (az oldal-, és a hosszirányú mozgásra) az erősítési-, és a fázistartalékok kivétel nélkül zérusértékűek, amelyek nyilvánvalóan nem felelnek meg az előírt irányítástechnikai minőségi követelményeknek.

A Szojka–III pilóta nélküli repülőgép nemirányított hosszirányú-, és oldalirányú mozgása instabil. A Szojka–III pilóta nélküli repülőgép kézi távvezérelt kormányzása, valamint az automatizált irányítása egyaránt megköveteli a stabilis működést. A Szojka–III pilóta nélküli repülőgép stabilitási problémáinak megoldására, valamint az előírt irányítástechnikai minőségi követelmények biztosítására pólus áthelyezést megvalósító, teljes állapot-visszacsatolású zárt szabályozási rendszer megtervezését javaslom.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Csáki F.: Automatika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.
- [2] Tuschák R.: Szabályozástechnika 1. füzet, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1993.
- [3] Control System Toolbox 5.1 for Use With MATLAB® (Release 12.1), User's Guide, The MathWorks, Inc., 2001.

- [4] Amaczi, V. Többcélú, kisméretű, pilóta nélküli repülőgép-komplexum
<http://www.haditechnika.hu/Archivum/199201/920110.htm>
- [5] SZOJKA-III/TV kooperációs fejlesztés tudományos technikai adatai, IV. fejezet, Zelong Instr., Brno, 1993.
- [6] Szabolcsi R.— Szegedi P.: Pilóta nélküli repülőgép számítógépes analízise, Szolnoki tudományos konferencia MTESZ, Szolnok 2002. nov. 06. (CD-ROM).
- [7] Pilóta nélküli felderítő repülő eszközök. Haditechnikai Intézet, Haditechnika füzetek 1.sz 1999.
- [8] Somló, J. – Pham Thuong Cat Lineáris és nemlineáris szabályozási rendszerek számítógépes tervezése, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983.
- [9] Szabolcsi R.: Szabályozástechnikai feladatok megoldása a MATLAB® alkalmazásával, Egyetemi jegyzet, Budapest, 2004.
- [10] Biran. A. – Breiner, M. MATLAB® for Engineers, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1995.
- [11] MIL–C–18244A (AS) Control and stabilization system: automatic, piloted aircraft general specification for, 1992.
- [12] MIL–F–8785C Flying Qualities of Piloted Airplanes, 1996.
- [13] MIL–F–9490D Flight Control Systems – Design, Installation and test of piloted aircraft general specification for, 1993.
- [14] Chiang, R. Y. – Safonov, M. G. MATLAB® Robust Control Toolbox, User's Guide (version 2), The MathWorks, Inc., 1996.
- [15] Szabolcsi R. – Szegedi P. Pilóta nélküli repülőgép repülésszabályozó rendszerének előzetes méretezése, Fél évszázad forgószárnyakon a magyar katonai repülésben, Tudományos konferencia, Repüléstudományi Közlemények Elektronikus különszáma (CD mellékleten), Szolnok, 2005 04. 15.
- [16] Tuschák, R. Szabályozástechnika, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1994.
- [17] Bokor, J. – Kurutz, K. – Kohut, M. – Gáspár, P. Irányítástechnika, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1995.
- [18] Helm, L. – Marton, J. A szabályozástechnika elméleti alapjai (lineáris rendszerek) II. rész, kézirat, Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, 1965.

A SUGÁRHAJTÓMŰVEK KÖRNYEZETI TERHELÉSE

Az ipari forradalom hajnalán, amikor a gépek tömegesen kezdtek megjelenni, egy egészen új jelenséggel, a környezetszennyezéssel is szembe találták magukat az emberek. Abban az időben még nem számolt senki azzal, hogy a mindennapi munkát megkönnyítő gépek, berendezések által kibocsátott szennyezések milyen egészségügyi és ökológiai kockázatot rejtenek a jelen és a jövő nemzedékei számára.

A mindennapok embere a környezetszennyezést ritkán tekinti globális problémának, inkább az életét közvetlenül ért impulzusokon át (közúti közlekedés, gyárak) tapasztalja meg az emberi környezet egyre nagyobb mérvű terheltségét. Különösen igaz ez abban az esetben, amikor a repülés által okozott környezetszennyezésről beszélünk, hiszen a repülések 70-80%-a olyan magasságban történik, ami a lakosságot nem zavarja, így többnyire fel sem figyel rá. Ennek ellenére a dinamikusan fejlődő légi közlekedés jelentős szennyező forrás, amivel az ICAO (International Civil Aviation Organization – Nemzetközi Civil Repülési Szervezet) a 70-es évek óta egyre komolyabban foglalkozik.

1903-ban, amikor a Wright-fivérek először a levegőbe emelkedtek 16 LE-s gépükön, lehetőséget teremtettek arra, hogy ember alkotta építmény önerejéből a levegőbe emelkedhessen, és hosszabb-rövidebb ideig többnyire a pilóta akaratától függően manőverezzen, és mindezt motor segítségével. Így ezzel az ember képessé vált arra is, hogy szennyező forrást a levegőben üzemeltessen.

A repülőgépek jelentősebb alkalmazását az első világháború segítette elő, ami nagymértékű technikai fejlődést jelentett ezen, és más műszaki területeken is. Kezdett speciális ismereteket és szakképzettséget igénylő új iparág kibontakozni: a repülőipar.

A repülőtechnikai fejlesztések és alkalmazások terén újabb ugrást a második világháború jelentett. A repülőgépek tömeges, egyre sokrétűbb alkalmazása immár szükségszerű volt.

De nem csak a politikának volt szerepe abban, hogy a repülőgépek ilyen rövid idő alatt magas fejlettséget és technikai szintet értek el. A politika csak játszóteret biztosított, azonban az igazi fejlődés a fejekben volt. A repülés úttörői sokszor önmagukat is feláldozva dolgoztak azon, hogy mind tökéletesebb repülőeszközök szülessenek. A korai időkben a konstruktóri és „tesztpilótai” munka még nem különült el egymástól (lásd: Zsélyi Aladár), később azonban ahogy a

repülőtechnika egyre összetettebbé vált, kezdtek külön foglalkozni egyes szakterületekkel (aerodinamika, szerkezetan, motortan, gyakorlati repülés, időjárás...). A hadsereg is meghozta maga számára a saját szakterületeit, amelyek a repülőgépek katonai alkalmazási lehetőségeit dolgozta ki.

A mai repülést tekintve azonban a legfontosabb lépést a sugárhajtóművek megjelenése jelentette. A feltalálók, tudósok és mérnökök a gázturbinában látták azt a gépet, amely egyesíti a belsőégésű motorok előnyeit a turbina rázásmentes járásának, egyszerű szerkezeti kialakításának és üzemeltetésének előnyeivel.

Barber 1791-ben jelentette be az első állandó nyomású gázturbina szabadalmát. A turbina szerkezeti kialakítására vonatkozó elképzelései a technika akkori színvonalának megfelelően kezdetlegesek voltak és nem is vezethettek eredményre. A gázturbina hosszú ideig nem jutott közelebb a megvalósuláshoz.

Kuzminszkij 1886-1892 között szerkesztett egy figyelemre méltó gázturbinát, amelyet egy kis méretű hajóra terveztek felépíteni. 1890-ben Kuzminszkij javasolta először a gázturbinák repülésben való alkalmazását.

Stolze 1900 körül kezdte el gázturbinájával a kísérleteit. Elsősorban az aerodinamikai ismeretek és a megfelelő hőálló anyagok hiánya miatt kísérletei nem vezettek eredményre. A legnagyobb gondot azonban az elfogadhatóan jó hatásfokú kompresszor megszerkesztése jelentette.

Az említett nehézségek miatt a gázturbina fejlesztése egy másik irányba, az ún. robbanóturbina irányába folytatódott.

Karavogyin nevéhez fűződik az első működő robbanóturbina szerkesztése.

Holzward továbbfejlesztette a robbanóturbinával elkezdett kísérleteket. 1500-2200 kW teljesítményű turbinákat épített, amelyek hatásfoka Zsirickij szerint a 20%-ot is elérte.

Időközben a kompresszorok és a turbinák – mint dugattyús motorokhoz tartozó feltöltő turbókompresszorok – gyors fejlődésnek indultak. Az 1930-40-es években szerzett tapasztalatokat alkalmazva már olyan gázturbinák készültek, amelyek a gyakorlatban is megállták a helyüket. Ebben az időben lendült fel hazánkban is a kutatómunka.

Jendrassik György vezetésével készült el egy 74 kW-os állandó nyomású gázturbina. A gázturbina hatásfoka 21,5% volt, amit később 24,85%-ra emeltek. Erre az eredményre akkor világszerte felfigyeltek, mert kis teljesítménye mellett ilyen jó hatásfokú gázturbinát, eddig még nem építettek.

A repülőgép-gázturbinák a II. világháborúban tűntek fel. Leggyorsabban a gázturbinás sugárhajtóművek fejlődtek, mivel a repülőgépek sebességének növeléséhez nagy teljesítményű hőerőgépre volt szükség.

A légcsavaros gázturbinák üzembeállítására később került sor. Ezek a hajtóművek kisebb repülési sebességtartományban üzemelnek, így a gazdaságosság terén meg kellett küzdeniük a viszonylag kis repülési sebességű, de műszakilag

kiforrott dugattyús motorokkal. Jenrassik korábbi tapasztalataira alapozva 1940-re megépített egy kísérleti légsaváros gázturbinát, mely az elsők között volt a világon. A gázturbina teljesítménye 735 kW volt.

A kétáramú gázturbinás sugárhajtómű konstrukcióját már a 30-as évek elején elkészítették, míg a gyakorlati bevezetése az 50-es évektől kezdődött.

A kétáramú gázturbinás sugárhajtóművek térhódítására jellemző, hogy a 90-es évekre az egyáramú gázturbinás sugárhajtóműveket szinte teljesen kiszorították a polgári légiközlekedés repülőgépeiből. [9]

A sugárhajtóművek fejlesztése során a teljesítmény növelését, a gazdaságosságot és az üzembiztonságot tartották szem előtt. A környezetvédelem háttérbe szorult, és ezt korábban sem a tervezők, sem az üzemeltetők nem tekintették fontosnak. A hagyományos műszaki tervezési és gazdaságossági paraméterek mellett, a légijárművek fejlesztői és üzemeltetői számára is új követelményeket támaszt a környezetvédelem szempontjainak előtérbe kerülése.

A világ légi közlekedésében a sugárhajtóművek alkalmazása mára egyeduralkodóvá vált, amelyet gazdaságosságuk, megbízhatóságuk, és műszaki lehetőségeik egyaránt indokolnak. Ezért vizsgáljuk meg, hogy a sugárhajtóművek milyen környezeti terhelést jelentenek és milyen lehetőségek adódnak azok csökkentésére.

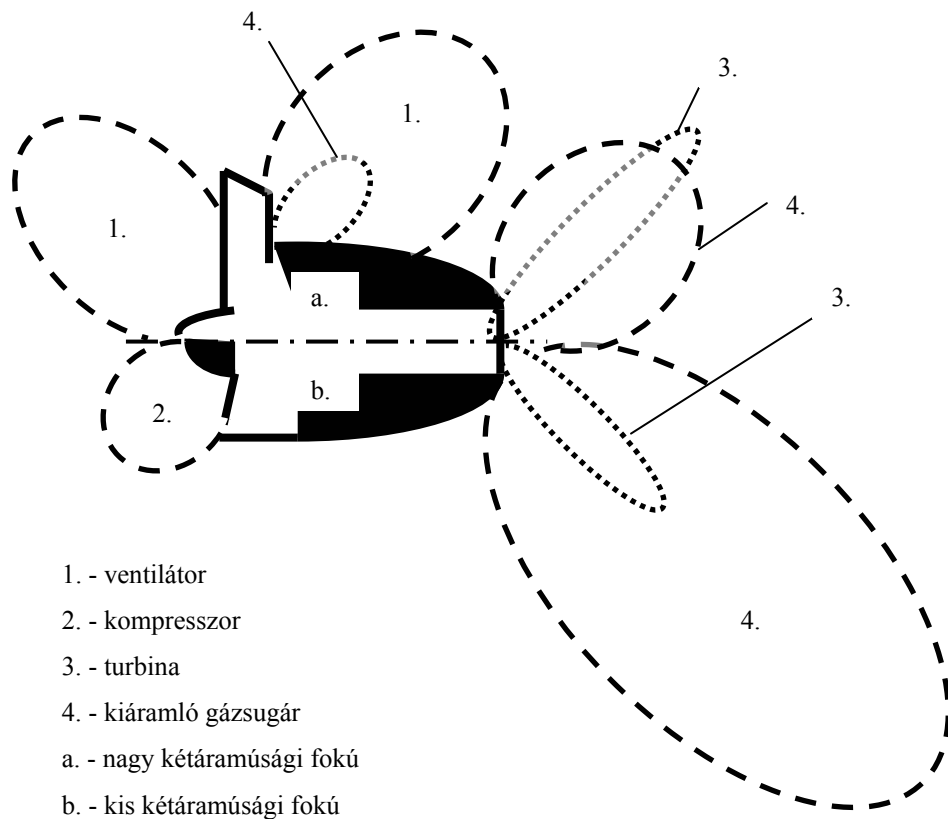
A gázturbinás sugárhajtóművek üzemeltetése során alapvetően két jelentős, a környezetre gyakorolt hatást nevezhetünk meg: a kiáramló gáz emissziós terhelését és a hajtómű és segédberendezései által keltett zajterhelést. A továbbiakban ezzel a két hatással foglalkozom.

A környezetvédelem sarkalatos problémája a Föld anyag- és energiakészleteinek csökkenése. Azonban a kiaknázott és kiaknázatlan fosszilis energiahordozó mennyiség még hosszú ideig biztosítja az emberi igények kielégítését. Napjaink fő problémája így környezetünk szennyeződése, ezáltal az emberi élet minőségének romlása. Az eddigi technikai fejlődést nem annak az emberi környezetre gyakorolt hatása határozta meg, hanem minden esetben más szempontok érvényesültek. A kereskedelmi célú repülés megjelenésével együtt azonban a gazdaságos üzemeltetés igénye is megjelent, és az ennek megfelelő tervezési követelmények már a 30-as években kialakultak. A korábbi tradicionális tervezési paraméterek mellett (méret, hatótávolság, sebesség) a környezetet terhelő szempontok, úgymint a kibocsátott zaj, emisszió, a gyártási és karbantartási folyamatok és végső soron az újrahasznosíthatóság kérdései fogják meghatározni a jövőbeni tervezési követelményeket és technológiai stratégiákat.

A repülés környezeti kérdései esetében megállapíthatjuk, hogy külön kell vizsgálni a levegőszennyezés és a zajprobléma, valamint az emissziós és imissziós kérdéseket. Ezt azért lényeges megtenni, mert a különböző hatások

kialakulását esetenként a környezeti tényezők és egyéb körülmények eltérően befolyásolják.

A motoros repülés kezdete óta a repülőgépek zaja leginkább a hajtóművekhez kapcsolódik. A sugárhajtóművek fő zajforrásai a levegő-beömlőnyílás, a ventilátor, a fűvócső és a kiáramló gázsugár. A hajtómű részegységei által keltett jellemző egyen-hangnyomású zajkép az ábrán látható.



1. ábra. A hajtómű részegységei által keltett jellemző egyen-hangnyomású zajkép

Napjainkban nagy jelentőségűek mind tolóerőt, mind zajemissziót tekintve a sugárhajtású repülőgépek. Ezeknél továbbra is a gázsugár zaj a legnagyobb, az eredő zajszintet döntő módon meghatározó zajösszetevő, így a zajcsökkentési célkitűzéseket is ennek érdekében határozták meg a fejlesztők.

Gázturbinás sugárhajtóművekkel rendelkező közforgalmú repülőgépek esetében a légijármű zajkibocsátása szempontjából meghatározó szerepe van a hajtóművek részegységei által keltett zajnak. Ezek a ventilátor, a kompresszor, a turbina, mint lapátos gépek, a szívócsatorna és fúvócső és az égéstér. [5]

A közforgalmú szubszonikus repülőgépek esetében a pilonokra függesztett hajtómű elrendezés élvez elsőbbséget. Ezen elrendezés előnyei közül a karbantartási, technológiai, áramlástani, biztonsági és zajcsökkentési szempontok emelhetők ki.

A kísérleti zajvizsgálatok, mérések egyértelműen bebizonyították, hogy lehetőség van az egyes részegységeknél hangelnyelés, szigetelés és akusztikailag optimalizált áramlástani viszonyok megvalósítására a hajtóműveknél és azok környezetében.

A beömlő-csatorna áramlástani szempontok szerinti optimalizálása a kétáramúsági fok növelése a kiáramló gáz sugar áramlástani feltételeinek javítása, a kompresszor, a turbina, a ventilátor, az égéstér és áttételház zajszigetelése lehet a leghatékonyabb eszköz a légi járművek által keltett zaj csökkentésére. A fenti elemek szerepét figyelembe véve a kérdéskör komplex kezelése történik a tervezőirodák napi munkája során.

A cikk során nem érintett területek: a légijármű sárkányszerkezete által keltett aerodinamikai zaj, és csökkentésének lehetőségei; a repülőterek és azok környezetében működtetett zajmonitor rendszerek kérdései; a repülőgépek segédhajtóműveinek zajkibocsátása.

Jelentős eredményt a hajtóműgyártók a nagy kétáramúsági fokú hajtóművek kifejlesztésével értek el.

A tervező cégek és gyártók alkalmazkodnak a kor követelményeihez akkor, amikor légi közlekedést az egyre növekvő zajkorlátozás jellemzi. A világon több mint 500 olyan repülőtér van, ahol különböző zajcsökkentési eljárást alkalmaznak (NAP – Noise Abatement Procedure) úgy, mint preferált fel- és leszállópályák, repülési profilok, megközelítési eljárások, vagy leszállási tilalom. Egyre több repülőteret szerelnek fel zajmérő mikrofonokkal, amelyekkel minősítik a repülőtereket a pillanatnyi zajszint alapján, és a leszállási díjak gyakran tartalmazzák a zajbírságokat is. Így az üzemeltető társaságok közvetlenül is érintve vannak abban, hogy a beszerzések során, az alacsony zajszinten működő légijárművet részesítsék előnyben. Ezzel viszont azon technológiai fejlesztések számára nyílnak lehetőségek, amelyek környezetünk kisebb terhelését célozzák.

A sugárhajtóművek fejlesztése során a kibocsátott zajszint olyan mértékre csökkent, hogy az már összemérhetővé vált a sárkányszerkezet által keltett zajszinttel.

A Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (ICAO) zajkibocsátást szabályozó rendszerét 1971 óta alkalmazzák, míg az emissziós előírásokat csak 1981-ben

fogadták el. Az ICAO a közforgalmú repülőgépek által kibocsátott zaj mértékének meghatározásával, annak korlátozásával, és az egységesen alkalmazott zajkorlátozó intézkedések kidolgozásával alapul szolgál az egyes nemzeti szabályok megalkotásánál. A 20/1997.(X.21.) KHVM rendelettel hirdetett a nemzetközi polgári repülésről szóló ún. Chicagói egyezmény 16. függelékének I. kötete tartalmazza a légi járművek által keltett zaj korlátozásait, amit a tagországoknak minimális követelményszintként kell alkalmazni, az alábbiak szerint:

- a légi járművek zajminősítési eljárásai. E témakörben kell megemlíteni az 1997. október 6-a előtt típusminősített szubszonikus, sugárhajtóművekkel felszerelt repülőgépek minősítését és az ezen időpont után minősítetteket. Az eljárás lényege az, hogy adott módszer szerint, hitelesített akusztikai eszközökkel, meghatározott repülési pályán mozgó légi jármű, megfelelő számítógépes módszerrel zajmérésnek van alávetve és a le- ill. felszálló és oldalirányból mért zaj értéke az előírásokban rögzített, engedélyezett értéktartományon belüli elhelyezkedéséről szóló tanúsítvány kerül kiadásra;
- a környezetvédelem oldaláról jelentkező mind erősebb nemzetközi nyomás hatására az ICAO Környezetvédelmi Bizottsága a mérési és számítási módszerek változatlan hagyása mellett 2006. január 1-e utáni időszakra a jelenleg érvényes legszigorúbb előírással értékek 10%-os csökkentését határozta el, amit végül az illetékes testület változatlan határidővel 8%-os értékekkel léptetett hatályba.

Célkitűzésként az alábbi zajkibocsátási szinteket határozták meg az új gépek tervezői számára: 2004-re -15dB , 2010-re $>-20\text{dB}$ (az A320-as utasszállító repülőgép esetén a zavaró zajterület $1,5\text{ km}^2$, és a repülőtér határain belül a zajszint 85dB (1998-as adat)).

Az új feltételrendszerben az európai gyártók kedvezőbb helyzetben vannak, bár a feltételek teljesítése jelentős fejlesztéseket igényel. Az amerikai gyártók reménykednek, hogy az amerikai Szövetségi Légügyi Hivatal (FAA) a korábbi gyakorlatot folytatva enyhíteni fogja illetékességi területén a szabály alkalmazását, pl. átalakítások a zajcsökkentés terén, amit az európai szakemberek kezdettől fogva elleneztek.

Az európai országok, elsősorban az Európai Unió tagállamainak légügyi hatóságai a ciprusi megállapodás keretében kidolgozott és saját nemzeti jogrendszerükbe iktatott zajkövetelmény-rendszerét, a JAR-36 követelményeit alkalmazzák. E rendszer magába foglalja az ICAO vonatkozó és normatív előírásait, de ezen túlmenően szigorítások is fellelhetők egy-két témakörben. Lényeges szempont, hogy ezen szabályozás szerint nem lehetséges a zajcsökkentés érdekében átalakított, korábban típusminősített légi járműveket üzemeltetni az illetékességi körbe tartozó országok polgári repülésében. [8]

Minden vizsgálati módszer alapjául szolgál a mérés során a légi jármű mozgásának meghatározása és a mérési pontok kijelölése. Fontos szempont a légi jármű tömege, a hajtóművek száma, elhelyezkedése és a légköri viszonyok. Elengedhetetlen követelmény a mérőeszközök hitelesítése az adott mérési tartományokban és a szükséges korrekciók (hőmérséklet, páratartalom, légnyomás és szélviszonyok szerint) bevitele. Az egyedi légi járművek által kibocsátott pillanatnyi zajterhelések mérésére ún. monitoring rendszert alkalmaznak az egyes zajérzékeny körzetekben, melynek mérési eljárásai, eszközei alapvetően eltérnek a típusminősítéseknél alkalmazottaktól.

Manapság új kihívások jelennek meg a helikopter gyártók számára is, és ez a kihívás az üzemeltetés során keltett zaj csökkentése. A 90-es években jól ismert volt, hogy a helikopter egy igen zajos berendezés és a polgári lakosság növekvő zajérzékenysége valamint az igény, hogy harcterületet a harci helikopterekkel a leghalkabban lehessen megközelíteni, amennyire csak lehet, nagy erőket mozgósított a fejlesztésekbe a mérhető és érzékelhető külső zajszint csökkentése terén.

Korábban a helikopter által keltett zajt egy egyszerű átrepülés során úgy mérték, hogy mikrofont helyeztek el a föld felett 500 lábbal (150 méter), figyelmen kívül hagyva a légi jármű össztömegét. Később a mérési gyakorlat megváltozott, amely már figyelembe vette a helikopter össztömegét is. Jelenleg, ha a helikopter össztömege meghaladja a 6000 fontot (kb. 2720 kg), egy sor kiemelt üzemeltetési (felszállás, átrepülés, leszállás) és meteorológiai körülmények közötti vizsgálaton kell átesnie, ahol a mérőberendezés három sor mikrofonból áll. Ez a megközelítés a repülőgép által keltett zaj objektívebb mérését teszi lehetővé. Más esetben a térbeli frekvencia eloszlást és a keltett zaj frekvenciáját veszik figyelembe a számításban, amely a zaj szubjektív értékét adja. Ezt valóban érzékelhető zajszintnek nevezzük (EPNL – Effective Perceived Noise Level) és EPNdB-ben mérünk.

Általánosan elmondhatjuk, hogy a jelentősebb légügyi hatóságoknál, mint az egyesült államokbeli FAA (Federal Aviation Authority), az európai JAA (Joint Airworthiness Authority) és az ENSZ szakosított szerve, az ICAO (International Civil Aviation Organization) a helikopter zaj normákat mind külön is rögzíti, és az előírások egyre szigorodnak.

Minden fajta helikopter egyedi zajjellemzőkkel bír, ezért most az általános, fő- és farok rotoros elrendezés kerül ismertetésre, ahol a keltett zaj az alábbi összetevőkből áll:

- főroton:
 - nagy forgószárny vég sebesség (nagysebességű repülésnél);
 - lapátvég örvény keltette zaj (kissebességű repülésnél, fordulásnál);
- nyomaték kiegyenlítő rendszeren:
 - a farokrotor keltette zaj;

- a farokrotornak a főrotor keltette örvénybe történő behatolása okozta zaj;
 - hajtómű(vek), reduktor, segédberendezések által keltett zaj.
- Konstrukciós zajcsökkentési megoldások a főrotoron:
- a lapátvég sebesség csökkentése:
 - a forgószárny fordulatszámának, vagy hosszának csökkentésével;
 - rotorlapátok számának növelésével;
 - lapátvég örvény mérséklése:
 - lapátvég hátranyilazással;
 - lapátvég profil elkeskenyítésével.

A farokrotornál:

- fenestron kialakítás (csőlégcsvár);
- NOTAR (farokrotor helyett levegőfúvató megoldás).

Összességében megállapítható, hogy zajcsökkentés szempontjából az ICAO által is ajánlottan a legkedvezőbb kialakítás 5 illetve 6 lapátos forgószárny, NOTAR rendszerű nyomatékkiégénylítéssel. [6]

Környezetünk óvása nem csak technológiai kérdés, hanem annak meg kell mutatkoznia az üzemeltetési költségek csökkenése terén is. Egyaránt vonatkozik ez a földi és légi üzemeltetésre, valamint az üzemeltetésre is. Az utóbbira mutat példát a következő módszer.

A hajtóművek belső áramlási felületeinek durvulása és elszennyeződése következtében a sugárhajtómű paraméterek (tolóerő, tüzelőanyag-fogyasztás) romlanak. Az áramlási veszteség növekedéséből adódó kedvezőtlen hatásokat a munkafolyamat legnagyobb hőmérsékletének (turbina előtti gázhőmérséklet) növelésével egy ideig még lehet ellensúlyozni a megengedett maximális érték eléréséig. A tüzelőanyag-fogyasztás és a károsanyag kibocsátás természetesen ilyenkor már növekszik.

Amikor a munkafolyamat maximális hőmérséklete tovább már nem emelhető, az áramlási veszteség további növekedésekor a tolóerő már csökken.

Elsősorban a kompresszor belső felülete érzékeny a kvarc (por) szemcsék okozta koptató hatásra és a szennyeződésre. A szennyeződés jelentősen növekszik abban az esetben, ha a felületekre olajgökök csapódnak le.

Tisztítással csak a szennyeződés távolítható el, az áramlási felületek (döntően a lapátok felületei) durvulása nem állítható meg. Ennek következtében a hajtóművek paramétereinek romlása a leggondosabb tisztítás mellett sem akadályozható meg, csupán mérsékelhető. A tisztítás során elsősorban a kompresszor jellemzői javulnak, mivel a kompresszor-lapátokra az olajgökökkel dúsított szennyeződés oldható formában rakódik le. a kompresszor utáni áramlástechnikai részegységekre a szennyeződés koks formájában ráég, azt a hajtómű megbontása nélkül nehéz eltávolítani.

Az üzemeltető a tisztítástól elsősorban a turbinák körüli hőmérséklet csökkenésén kíván a tolóerő növekedését és az üzemanyag-fogyasztás csökkenését várhatja. [3]

A légi üzemeltetés terén a repülési szakemberek kiterjedt kutatási tevékenységek keretében folyamatosan keresik az optimális repülési eljárásokat, és azok bevezetésével igyekeznek minimálisra csökkenteni a keletkező zajt és levegőszennyezést.

Az elméleti kutatások és a gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a hajtóművek teljesítménye, a légi járművek tömege, a le- és felszállás pályája döntően befolyásolja a légi járművek által keltett káros zaj mértékét. Az adott kialakítású légi jármű üzemeltetése során olyan környezetkímélő eljárásokat kell a típushoz kötötten kidolgozni, mely a fel- és a leszállótömeg figyelembevételével optimális hajtómű teljesítmény megválasztását teszi lehetővé a repülőterek körzetében.

Az új, harmonizált követelményrendszert mindenkinek el kell fogadnia, hiszen akkor léphetünk előbbre, ha a légi közlekedés résztvevői mind belátják ennek jelentőségét. Az alábbi követelményrendszernek való megfelelés a légi utasforgalom és szállítási igény évi 5%-os növekedése mellett különösen nagy feladatot ad az áramlásszervező szakemberekre:

- futómű kiengedés röviddel a leszállás előtt;
- alapjáratú hajtóműves bejövetelek;
- meredek kezdeti emelkedési szög;
- a pillanatnyi összsúlyhoz és légköri viszonyokhoz kapcsolódó tolóerő szabályozás;
- minimális gurulási idő;
- az optimális utazómagasságon való tartózkodás növelése;
- az indulási- és célállomás közötti legrövidebb távolság repülése (a szabad útirányok repülése több mint 6%-os üzemanyag megtakarítást jelentene).

Ezek olyan peremfeltételek, amelyek optimális üzemeltetési körülményeket feltételeznek. Cél tehát ezen feltételeket mind jobban megközelíteni. Ezekre találunk példát a földi számítógépes előkészítés, illetve a fedélzeti számítógépek alkalmazása során egyes légi járműveknél. [5]

Hazánkban a polgári légi közlekedés zajvédelmi kérdései sürgetően a 70-es évek végén kerültek előtérbe Ferihegy repülőtér fejlesztése vonatkozásában. Az akkor megfogalmazott irányelvek, módszerek mind a mai napig érvényesek, csak a különböző zajemissziós határértékek módosultak a kornak megfelelő műszaki szinthez igazodva.

A ferihegyi repülőtér körzetében a zajterhelés csökkentési lehetősége, a folyamatosan növekvő forgalmat is figyelembe véve alapvetően két módon lehetséges. Egyik eset a korszerű, alacsony zajkibocsátású hajtóművek üzemeltetése,

másik eset a fel- és leszálló repülőgépek repülési módjának és a forgalmi irányoknak célszerű megválasztása. A repülési mód alatt például a siklászög megfelelő megválasztását lehet érteni.

A forgalom napszak szerinti szabályozása szintén hozzájárul a lakossági zajterhelés csökkentéséhez.

A zajövezetek kiszámítására Magyarországon a 70-es években egy teljesen új módszert dolgoztak ki a Repüléstudományi és Tájékoztató Központ szakemberei. A módszer lényege a repülőgépmozgás és zajkeltés szimulációja. A repülőgépmozgás modellezése megoldásként akkor fogadható el, ha a repülőgép tényleges térbeli mozgásai arra alkalmas matematikai formában leírhatók. Ezt a lehetőséget a repülőgép mozgásegyenletei biztosítják. A nagyszámú differenciálegyenletek megoldása az akkori számítástechnika fejlettsége mellett azonban rendkívül nehézkes volt, ezért a mozgás bonyolult differenciálegyenleteinek megoldása helyett az egyenleteket, differencia egyenletekké alakították át és időlépcsőket választva, a repülés teljes időtartamát pontosan végigkövethették.

A differenciálegyenletek változóit a repülőgép térbeli helyzetváltozásainak, valamint a hajtómű teljesítményének megfelelően kellett megadni. Így lehetővé vált a repülés közbeni manőverezés leképezése is.

Ezzel a módszerrel szemléletváltás történt a magyar polgári légi közlekedésben is, melynek eredményeképpen a légi forgalomból eredő zajhatást vizsgálták, mértékét szabályozták. [7]

A légszennyezés elleni küzdelem területén a légi járművek által kibocsátott emisszió jelentősége egyre nő. Igen nagy forgalmú repülőterek környezetében a légi járművek emissziója összemérhető az ipari emisszióval.

Az égéstermék emissziójának csökkentésében jelentősebb eredményt elsősorban a tüzelőterek fejlesztésével lehet elérni.

Azonban van egy másik lehetőség is. A repülőgépek földi és földközeli mozgásainak, valamint e mozgásokhoz tartozó hajtómű üzemállapotok emissziójának elemzésével a repülőgépeknek olyan mozgása határozható meg, mely biztosítja azt, hogy az egyes manőverek alatt (pl. nekifutás, emelkedés, vagy gurulás a repülőtér kijelölt pontjai között) a teljes emisszió értéke minimális legyen.

A gázturbinás repülőgép-hajtóművek emissziója a tüzelőtérben lejátszódó égésfolyamat tökéletlenségével kapcsolatos. A gázturbinák égéstermékeit a következő kémiai összetevők alkotják:

- NO_x (nitrogénoxidok);
- CH (szénhidrogének);
- CO (szénmonoxid);
- szilárd anyagrészek (korom);
- SO_x (kénoxidok) elhanyagolható mennyiségben.

Bármelyik fajta emisszió-komponens adott tüzelőtér konstrukció esetében a következő jellemzők függvénye:

- a tüzelőtérbe belépő levegő hőmérséklete és nyomása;
- a levegő-tüzelőanyag viszony (légviszony), ill. a turbina előtti maximális gázhőmérséklet;
- a tüzelőtérben felszabaduló hőmennyiség, ill. a tüzelőtér fajlagos vagy abszolút hőterhelése;
- a tüzelőtérben keletkező lég- és gázsebességek, ill. a tüzelőtérbe beáramló levegőmennyiség;
- a környezeti levegő hőmérséklete, nyomása, nedvességtartalma.

A nedvességtartalom kivételével a többi jellemző a hajtómű, ill. a sárkány üzemi állapotának egyértelmű függvénye, ezért létezik korreláció a hajtómű emissziója és üzemi állapota között.

Az NO_x emisszió a szénhidrogének égési folyamatára jellemző sajátosságokkal függ össze. A tüzelőtér átlagos és maximális hőmérsékletein kívül – melyek egyértelműen a tüzelőtér légviszonyával, tehát a hajtómű üzemi állapotával függenek össze – az NO_x keletkezése összefügg a nagyhőmérsékletű zónák égőtérben belüli elhelyezkedésével, a láng hőmérsékletével, a kémiai reakciók sebességével, a tüzelőanyag N_2 tartalmával, valamint a beszívott levegő nedvességtartamával.

Az NO_x emisszió mind fajlagos, mind abszolút értéke a hajtómű maximális terhelésénél lesz a legnagyobb és üresjáratban (alacsony tüzelőtér hőmérséklet) gyakorlatilag nincs NO_x emisszió.

A CO emisszió a nem tökéletes égés, a CO_2 disszociációja következtében jön létre. Az egyenlőtlen minőségű keverékképződés, az égőtér falainak alacsony hőmérséklete, vagy hirtelen lehűlése szintén elősegíti a CO emisszió keletkezését. Ezek a jelenségek elsősorban az üresjáratú üzemmódokban jelentkeznek, különösen vonatkozik ez a megállapítás a keverékképzésre.

A CH emisszió szintén a rossz keverékképződés, a tüzelőanyag tüzelőtérben történő egyenlőtlen eloszlása, valamint a tüzelőtér falainak hirtelen lehűlése következtében jön létre. Ezek a jelenségek szintén a hajtómű üresjáratú vagy ahhoz közel eső üzemi állapotokban jönnek jelentős mértékben létre, így megállapítható, hogy mind a CO, mind a CH emisszió a hajtómű terhelése csökkenésekor növekszik, legnagyobb fajlagos és legtöbb esetben legnagyobb abszolút értéküket is az üresjáratú üzemi állapotban éri el.

A füstgáz szilárd részecskéi lényegében kisméretű szénrészecskék, melyek kis mennyiségben szerves anyagokat tartalmaznak. A füst a tüzelőtér azon térszeiben keletkezik, ahol a tüzelőanyagban túl gazdag keverék található. A füst abszolút értéke maximumát teljes terhelés esetén éri el, míg a fajlagos füstmennyiség maximuma inkább 50% körüli terheléseknél jelentkezik.

A gázturbinás hajtóművekből kiáramló égéstermékek emissziója és a hajtóművekben megvalósuló munkafolyamat, ill. hajtóműterhelés között egyértelmű korrelációs összefüggések mutatkoznak. Ezek felállításának lehetőségét, ill. a különböző típusú hajtóművek emissziós karakterisztikáinak hasonlóságát az biztosítja, hogy az emissziót létrehozó égésfolyamat (izobar hőközlés) alapvetően a körfolyamat függvénye. A hajtómű körfolyamatának, ill. üzemállapotának (terhelésének) megváltoztatása csak a tüzelőtér utáni (turbina előtti) munkaközeg hőmérsékletének, ill. a tüzelés légviszonyának változása árán lehetséges. Ez maga után vonja a teljes égési folyamat, így az emissziós jellemzők változását is.

Az emisszió különbözőképpen értelmezhető. Emisszionak tekinthető az adott manőver alatt kibocsátott égéstermék mennyisége, vagy az égéstermék egyes szennyező komponensei, ill. az emisszió-komponensek összege.

A következőkben tekintsük át, hogy egy teljes repülési ciklus alatt, az egyes fázisokban hogyan alakul a környezeti emissziós terhelés és milyen lehetséges megoldások vannak annak csökkentésére.

A repülőgép nekifutásakor a hajtómű teljes terhelése mellett ($\varphi = 1$) keletkezik a minimális égéstermék, valamint a CO, CH és szilárd tartalom. A kibocsátott NO_x mennyisége folyamatosan nő a hajtómű terhelésekor, míg az emisszió-komponensek összegének minimális értéke $\varphi \approx 0,85$ -nél áll be, de elképzelhető, hogy nem alakul ki minimum hajtómű részterheléskor (fojtáskor).

A repülőgép emelkedő repülésénél a megállapítások hasonlóak, mint nekifutásnál, azzal a különbséggel, hogy az emisszió-komponensek összegének minimális értéke is a teljes terheléskor adódik. Tehát emelkedő repülést emissziós szempontból mindig névleges gázkar-állással kell végrehajtani, de nagy NO_x háttérszennyezés esetén – a repülőtér körzetét tekintve – a lehető legkisebb φ értékkel.

A repülőgép leszállása alatt siklórepüléskor a hajtómű üresjárási üzemállapotakor kialakuló siklási szög mellett lesz bármilyen szempont szerint értelmezett emisszió minimális. A tényleges siklási szögek ennél lényegesen kisebbek, így a valóságban végrehajtott siklórepülés az emissziók szempontjából nem optimális.

A földetérés utáni kiguruláskor a hajtóművek üresjáratban üzemelnek, az emisszió 99%-ban CO-t és CH-t tartalmaz. Az emisszió csökkentésének egyedül lehetséges módja a kigurulási idő csökkentése, amely elsősorban reverzálható (sugárfékkal épített) hajtóművek alkalmazásával lehetséges.

A repülőgép gurulásakor a hajtómű közel üresjárási üzemmódban üzemel, ezért az emisszió csökkentésének egyik módja a gurulás közbeni hajtómű üzemidő csökkentése, amely a repülőgép vontatásával lenne megvalósítható. Azonban ez jelentősen lelassítaná egy nagyforgalmú repülőtérén az áramlást ezért nem alkalmazzák, noha a repülőtér környezetének légszennyezése így jelentősen csökkenthető lenne. A gurulás közben kibocsátott emisszió csökkentésének má-

sik lehetséges módja a gurulási sebesség növelése, melyet forgalombiztonsági szempontok korlátoznak. [2]

Azon módszerek közül, amelyek lehetővé teszik az NO_x kibocsátás csökkentését, mindenképpen meg kell említeni az ún. hígító befecskendezést az égéstérbe, ami mérsékli a láng hőmérsékletét. Ennek során az égési zónába vizet fecskendeznek, vagy levegőt áramoltatnak.

A gázturbinák NO_x kibocsátásának szabályozásával kapcsolatban a legtöbb tapasztalat az égési zónába történő befecskendezés terén gyűlt össze. Az elsődleges paraméter, ami hatással van az NO_x kialakulására, a befecskendezett víz. Ez lehűlést eredményez, ami csökkenti az égési zóna hőmérsékletét. Amint a tüzelési hőmérséklet növekszik, az NO_x is intenzívebben termelődik.

Az eljárás során két olyan szempontot kell figyelembe venni, ami korlátozza a befecskendezés mennyiségét, ami szükségképpen meghatározza a kiáramló gáz NO_x szintjét. A gyártók a hajtóművek fejlesztése során folyamatos erőfeszítéseket tesznek olyan gépelemek kifejlesztéséért, amelyek mind magasabb égési hőmérsékletet viselnek el, ezáltal is növelve a termikus hatásfokot. Mivel ismert, hogy magas égési hőmérsékleten több NO_x keletkezik, ezért szükségképpen nagyobb mennyiségű befecskendezés szükséges ugyanakkora NO_x emissziós szint megvalósításához, ami a turbina előtti gázhőmérséklet csökkenésével is együtt jár.

Másik szempont, ami a megengedett NO_x emissziós szint elérését ugyancsak megnehezíti, a hajtómű szabályozása és a kívánt alacsony NO_x szint. Ez szintén több befecskendezést feltételez. A megnövelt befecskendezés csökkenti az égési folyamat termikus hatásfokát, amit a hajtómű szabályozása úgy tekint, hogy növelni kell a légviszonyt (több tüzelőanyag adagolás). Az égési gázok energia veszítése miatt, csökken a körfolyamat hatásfoka, amely energia valójában a turbinán munkát adott volna le. Ez az energia a befecskendezett víz, ill. a beáramoltatott levegő felmelegítésére fordítódik.

Mindezekon túl amint a befecskendezést növeljük, az égéstérben dinamikus nyomáslengések is megjelennek (zaj), melynek eredményeképpen a belső rész elhasználódása fokozódik. A CO szint, ami jelzi az égési folyamat tökéletlenségét, szintén növekszik a befecskendezési arány növelésével. Alapjában véve, ha mind több és több vizet juttatunk be az égőtérbe, hogy csökkentsük a láng hőmérsékletét, a láng stabilitását is befolyásoljuk, és ha elérünk egy bizonyos mennyiséget, akkor a víz szó szerint eloltja a lángot.

Éppen ezért olyan kompromisszumot kell hoznunk, ahol egyik oldalon meg kell határoznunk az égési hőmérséklet növelését, ami az égési folyamat hatásfokát növeli, és ez sajnálatosan több NO_x -et termel, másik oldalon a szükséges mennyiségű befecskendezést, amely csökkenti a termikus hatásfokot, és elősegítve több CO keletkezését. [10]

És most tekintsük át, hogy a hajtóműfejlesztések során milyen szempontok érvényesülnek, és ezek milyen összhangban vannak a környezetvédelemmel.

Az első gázturbinás sugárhajtóművek 10 kN tolóerővel és 0,15 kg/Nh fajlagos fogyasztással rendelkeztek. Jelenleg a sugárhajtóművek tolóereje meghaladja a 150 kN értéket, míg a fajlagos fogyasztás 0,07-0,08 kg/Nh értékű. Kétáramú hajtóművek esetében a maximális felszálló tolóerő nagyobb, mint 450 kN, amihez 0,03-0,035 kg/Nh fajlagos fogyasztás párosul. A turbólégcsavaros hajtóművek teljesítménye mára eléri a 11000kW értéket, míg a fajlagos fogyasztás 0,15 kg/kWh.

A tüzelőanyag-fogyasztás további mérséklése céljából alkalmazzák és fejlesztik a légcsvár-ventillátoros hajtóműveket 850 km/h (0,8 M) repülési sebességre, melyek tüzelőanyag-fogyasztása 20-25%-kal kisebb, mint a korszerű kétáramú hajtóművéké.

A fel- és leszállások számának csökkentése érdekében jelenleg egyre nagyobb befogadóképességű repülőgépeket terveznek a hangsebességhez közeli 900-950 km/h repülési sebességekre (B747-500, B747-600, A380).

Összességében a fejlesztés a hasznos tömeg növelése, a sárkány, a hajtóművek és berendezések relatív tömegének csökkentése, a repülőgép aerodinamikai karakterisztikáinak javítása irányába mutat.

A repülőgép hajtása vonatkozásában jelenleg nem várható a gázturbinás hajtómű alternatívájaként megjelenő, más fizikai elven alapuló hajtómű.

A gázturbinás repülőgép hajtóművek fejlődése a következő generációknál is alapvetően a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás csökkentését, a körfolyamat termikus hatásfok, a fajlagos munka, illetve a propulziós hatásfok növelését jelenti. Fontos feladat a zaj és a káros anyag kibocsátás csökkentése.

Ezen célkitűzések teljesítése érdekében szükséges:

- új, könnyű, nagyszilárdságú anyagok alkalmazása;
- magas hőmérsékletű, nagy nyomásviszonyú hajtóművek kifejlesztése, intenzív lapáthűtés kialakítása;
- zajcsökkentés;
- új égéstér kialakítások a káros-anyag kibocsátás csökkentése céljából, ahol kedvező áramlás miatt a pangó közeg mennyisége minimálisra csökkenthető.

Az újonnan létrehozott technikával szemben alapvető követelmény a megbízhatóság, a repülési karakterisztikák állandósága, az élettartam növelése a gyártás és üzemeltetés költségeinek egyidejű csökkentése mellett.

A Fejlett Szubszonikus Technológia Program (Advanced Subsonic Technology Program) 1993 októberében kezdődött a GE Aircraft Engines és a NASA együttműködésével, amely a gazdaságosságra, a környezetre, a biztonság

ságra és megbízhatóságra fordítja a fő figyelmet. A projekt által a technológiák bevezetésére megcélzott határidő 2005.

A GE definiálta az ún. E⁵ hajtóművet (Economical, Environmentally Friendly, Energy Efficient Engine), mellyel kapcsolatos célkitűzések a következők:

- 50%-os csökkentés a hajtómű relatív költségei vonatkozásában;
- 50%-os NO_x, CO és HC csökkentés;
- 25 EPNdB csökkentés a FAR 36 st. 3-hoz viszonyítva.

A nagy hajtóművek teljes nyomásviszonya 50 fölött várható, míg a kétáramúsági fok a közvetlen ventilátorhajtás esetén 10 fölött lesz.

2015-re várhatóan megháromszorozódik a légi közlekedés, amely megnöveli a kumulálódó zajt.

A fejlett szubszonikus technológia fő irányai:

- Nagyobb szekunder tolóerő-képzés:
 - alacsony zajszintű ventilátor kifejlesztése;
 - továbbfejlesztett könnyűszerkezetek;
 - a nagy kétáramúsági fokú hajtóművek kenőrendszer- és állapot-, valamint elhasználódás megfigyelése;
 - ventilátor szekunder áram optimalizálása.
- Jobb áramlástan jellemzőkkel rendelkező primer áram:
 - fejlett turbógép-aerodinamika, a fellépő aeroelasztikus jelenségek figyelembevétele és fejlett film-hűtés módszerek alkalmazása;
 - nagy hő- és mechanikai ellenállóképességű anyagok kifejlesztése;
 - fejlett szabályozástechnika;
 - csökkentett szennyezőanyag kibocsátású égéstér;
 - kis NO_x kibocsátású, nagynyomású, magas hőmérsékletű égéstér.

Az égéstér kialakításban egyrészt a kétlépcsős égéstér, másrészt a keveredés szabályozása kerül alkalmazásra. Az utóbbiak előnye, hogy régi égéstér cseréjekor is használható.

A környezetszennyezés csökkentése érdekében vizsgálják az állandó térfogatban történő égés lehetőségét, az ilyen égéstérben ugyanis rövidebb ideig tartózkodik a közeg, s így kevesebb NO_x keletkezik. A pulzáló égés azonban anyagfáradási és vibrációs problémákat vet fel.

A fejlesztések fontos eleme a részegység-hatásfokok és az alkatrészek hőmérséklet-tűrésének növelése. Különös figyelmet fordít a fejlesztés a szabályozásellenőrzés integrálására. [4]

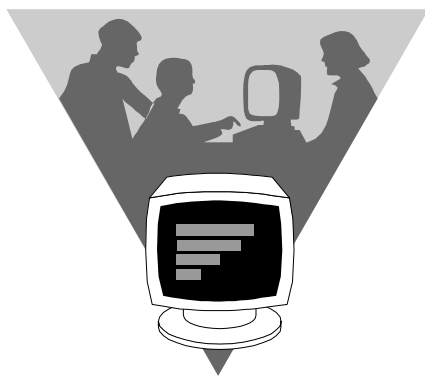
BEFEJEZÉS

A környezetvédelem, a levegőszennyezés és zajkibocsátás csökkentése mind fontosabb szerepet játszik az emberi tevékenységek során. A környezettudatos repülőgép és hajtóműtervezés, gyártás, üzemeltetés és újrahasznosítás remélhetőleg elsődleges szempontokká válnak a 21. században.

A mérnökök felelősége abban áll, hogy a döntési pozícióban lévő laikus vezetők gondolkodásában, mindennapi praxisában olyan szemléletet teremtsenek, hogy megértsék, a környezetvédelem olyan tényező, amit a légijárművek üzemeltetése és üzemeltetése során, elemi módon figyelembe kell venni. Ez nem tekinthető gazdasági szempontból veszteségi tényezőnek, hiszen a környezetvédelemben való beruházás a jövőnket alapozza meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Brodsky Dezső: Repülőgép hajtóművek II. Gázturbinák, Tankönyvkiadó Budapest, 1954.
- [2] Dr. Pásztor Endre – Dr. Rácz Elemér: Repülőgépek minimális emissziót okozó földi és földközeli manőverei, Járművek, Mezőgazdasági Gépek 24. évfolyam 1977. 6. szám.
- [3] Dr. Pásztor Endre: Gázturbinás hajtóművek jellemzőinek javulása az áramlási felületek tisztításakor, a javulás meghatározása, Repüléstudományi Közlemények, XII. évf. 29. szám.
- [4] Dr. Sánta Imre: A gázturbinás repülőgép hajtóművek fejlesztési tendenciái, a várható jövő, Repüléstudományi Közlemények, XI. évf. 27. szám.
- [5] Dr. Pokorádi László – Bera József: A jövő század repülésének környezeti kihívása, Repüléstudományi Közlemények, XI. évf. 26. szám.
- [6] Varga Béla: Noise reduction methods of modern single rotor helicopters, Bulletins in Aeronautical Sciences XIV. Vol.1. 2002. ISSN 1417-0604.
- [7] Ábrahám Imre: A légi közlekedés zajvédelmi kérdései, Járművek, Mezőgazdasági Gépek 26. évfolyam 1979. 12. szám.
- [8] Német Márton: Gázturbinás sugárhajtóművek áramlástani vizsgálata a légijárművek által keltett zaj csökkentése céljából, Repüléstudományi Közlemények, Különszám I. 2001.
- [9] Vass Balázs: Repülőgép-hajtómű szerkezetan III. Műszaki Könyvkiadó 1991. ISBN 963 10 7620 2.
- [10] Marvin M. Schorr: NO_x Emission Control For Gas Turbines, Turbomachinery International, Nov/Dec 1991.



MŰSZAKI TUDOMÁNYI ROVAT

Rovatvezető: Dr. Gedeon József
Rovatszerkesztők: Dr. Szabolcsi Róbert
Vörös Miklós

A SZOJKA-III PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐGÉP REPÜLÉSSZABÁLYOZÓJÁNAK TERVEZÉSE LQR MÓDSZERREL

A cikkben a Szojka–III pilótánélküli repülőgép [7] szakirodalomból rendelkezésre álló repülésmechanikai matematikai modelljeit felhasználva a négyzetes integrálkritérium (LQR) módszer alkalmazásával — a [10] cikkben publikált stabilitási problémák megoldására, valamint az [14, 15, 16] irodalomban előírt irányítástechnikai minőségi követelmények biztosítására — teljes állapot-visszacsatolású zárt szabályozási rendszer megtervezésének eredményét mutatom be. A vizsgálatokat állandó tömegű ($m=135$ kg), állandó magasságon (400 m), 110, 130, 150, 170, 190 km/h sebességgel repülő repülőgépre terjesztettem ki, és MATLAB® környezetben futtatott, előre megírt program segítségével végeztem A repülőgép biztonságos légi üzemeltetéséhez szükséges egy repülésszabályozó rendszer, ami biztosítja a repülőgép stabilitását. A stabilitást biztosító robotpilótát úgy kell megtervezni, hogy az eleget tegyen a tervezés során előírt irányítástechnikai minőségi követelményeknek is.

BEVEZETÉS

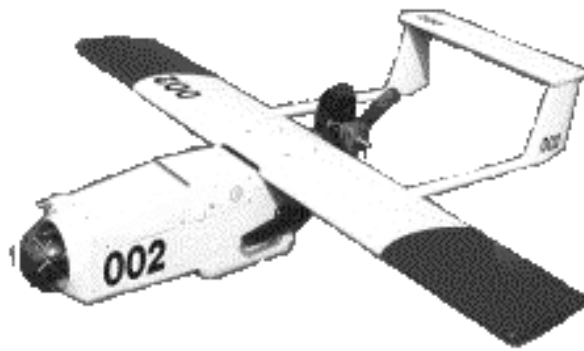
A pilóta nélküli repülőgépek irányításához jól képzett szakszemélyzetre, vagy előre, a repülés megkezdése előtt a földön, illetve repülés közben a robotpilótába programozott útvonaltervre van szükség. A földön, irányító állomáson, vagy a startpont közelében lévő irányító személy, fedélzeti kamera nélkül, megfelelő látási és időjárási viszonyok között, csak a látóhatár széléig képes a repülőgép irányítására. Az UAV-kat (UAV – Unmanned Aerial Vehicle) a végrehajtandó feladatok közül, például felderítési, tűzérzési tűzhelyesbítési, harcmező kárfelmérési, digitális térképezési, célmegjelölési, stb. feladatok elvégzésére alkalmazhatják. A teljesség igénye nélkül felsorolt tevékenységek ellátására célszerű olyan repülőgép alkalmazása, amely üzemeltetése (bármely repülési feladat irányítása) gyorsan, esetleg a felderítő katona, a határőr, vagy más szakember számára is könnyen elsajátítható.

A felderítési feladat során a valós idejű képek továbbítása a harcjelzés megtervezését (katasztrófa esetén a katasztrófa elhárítását, illetve a károk felmérését) könnyítheti meg. A szándékos, illetve külső zavarás eredményeként érkező ma-

nőverparancsok hatásának befolyásolásával biztosítható a fedélzeti berendezések védelme, illetve elősegíthető a megfelelő működtetése. A repülőgép üzemeltetési képességei ilyen irányú növelésének egy lehetséges megoldása robotpilóta (repülésszabályozó) alkalmazása. Ennek tervezésénél alapkövetelmény, hogy a pilóta nélküli repülőgépet ért külső zajok, illetve távirányítás esetén a felhasználó által okozott szándékos, vagy véletlen térbeli helyzet és/vagy mozgásállapot változások olyan mértékűek legyenek, amelyek nem károsítják a fedélzeti berendezéseket, illetve folyamatosan biztosítják az üzemeltetési korlátozásokat meg nem haladó repülési jellemzőket.

A SZOJKA-III PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐGÉP

A Szojka–III pilótanélküli merev szárnyú, elsősorban harcászati szintű felderítési feladatok végrehajtására alkalmas repülőgép, amely az 1. ábrán látható. A repülőgép indítása rakétás startkatapult berendezés segítségével történik indítóról. A földi irányítóállomásról távirányítással vagy a robotpilótába előzetesen betöltött útvonalprogram alapján működtetik. A repülőgép kis magasságon (50–2000 m) alacsony repülési sebességgel ($v_{x\max} = 220$ km/h) repül. Teljes feltöltéssel maximum 3,5 órát képes a levegőben tartózkodni, (maximális hatósugár 150 km). Leszállítása ejtőernyővel történik, de a törzsre szerelt siklótalpra is le tud szállni [9]. A repülőgépet két irányítási csatorna segítségével kormányozzák (magassági kormány és csűrőlapok). A hajtómű üzemállapota repülés közben nem változtatható és nincs oldalkormány [7, 8, 21].



1. ábra. A Szojka-III pilótanélküli repülőgép

A REPÜLŐGÉP REPÜLÉSMECHANIKAI MODELLJE

A Szojka–III dinamikája (1) alakban a [7] irodalom alapján adott.

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu}; \mathbf{y} = \mathbf{Cx} + \mathbf{Du} \quad (1)$$

A repülőgép mozgásának vizsgált állapotvektorai hosszirányú mozgás esetén (2), oldalirányú mozgás esetén (3) alakúak.

$$\mathbf{x}_h^T = [\vartheta \quad H \quad \omega_z] \quad (2)$$

$$\mathbf{x}_o^T = [\omega_x \quad \gamma] \quad (3)$$

A [12] irodalomban elvégzett irányíthatósági és megfigyelhetőségi vizsgálatok alapján elmondható, hogy a repülőgép a rendelkezésre álló bemeneti paraméterekkel irányítható, az összes állapotváltozója megfigyelhető. A repülőgép a magassági kormány és a csűrőlapok segítségével kormányozható, a szögkitérésekkel arányos jelek, mint bemeneti paraméterek értelmezhetők:

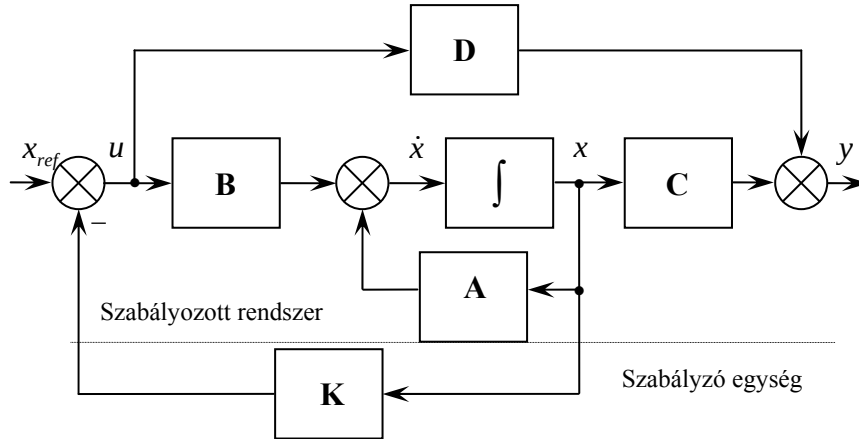
$$\mathbf{u}_m = [\delta_v] \quad (4)$$

$$\mathbf{u}_o = [\delta_{KR}] \quad (5)$$

Az optimális vezérlési törvény $x_{ref.} = 0$, és $\mathbf{D} = 0$ esetén:

$$\mathbf{u}_{opt}(t) = -\mathbf{Kx}(t) \quad (6)$$

alakú, és a szabályozási rendszer a 2. ábrán látható. Az (6) egyenletben a $\mathbf{K}$ az állapot–visszacsatolási mátrix [1, 2, 4, 5, 6].



2. ábra A teljes állapot-visszacsatolású szabályozási rendszer

A SZABÁLYOZÓ EGYSÉG ELŐZETES TERVEZÉSE LQR MÓDSZERREL

A pilóta nélküli repülőgépek több szabályozott bemenettel és több szabályozott kimenettel rendelkeznek, és működésük során külső és belső sztochasztikus zajok is gerjesztik. Modern szabályozástechnikában a szabályozók tervezésére sok módszer ismert, amelyek lehetővé teszik azok előzetes tervezését. A megtervezett szabályozó lehet optimális, vagy nem optimális. Az optimális szabályozóval működő rendszerek, pedig lehet determinisztikusak vagy sztochasztikusak. Modern-, és posztmodern szabályozástechnikában a többváltozós szabályozási rendszerek soros kompenzátorai tervezésére az alábbi fontosabb módszereket használhatjuk:

- a pólus áthelyezés módszere – nem optimális szabályozótervezési módszer;
- LQR módszer (**L**inear **Q**uadratic **R**egulator) – többváltozós, determinisztikus szabályozótervezési módszer;
- LQG módszer (**L**inear **Q**uadratic **G**aussian) – többváltozós, sztochasztikus külső és belső zajok által gerjesztett szabályozási rendszer tervezésére;
- LQG/LTR módszer (**L**inear **Q**uadratic **G**aussian with **L**oop **T**ransfer **R**ecovery) – hurokátvitel visszaállítás segítségével, a többváltozós, sztochasztikus külső és belső zajok által gerjesztett szabályozási rendszer tervezésére;
- H_∞ módszer – többváltozós szabályozási rendszerek robusztus tervezéséhez;
- μ szitézis módszer – többváltozós szabályozási rendszer robusztus tervezésére, struktúrált és nemstruktúrált paraméterbizonytalanságok figyelembevételével.

A Szojka–III pilóta nélküli repülőgépek robotpilótájának tervezésére az előzőekben felsorolt módszerek közül az LQR optimális szabályozó tervezési módszert választottam [13].

Az LQR feladat megoldása során alkalmazott súlyozó mátrixok előzetes beállítására az egységnyi, azonos súlyozás elvét, vagy a reciprok négyzetes szabályt alkalmazhatjuk. Ha nem ismertek az $\mathbf{x}$, és az $\mathbf{u}$ vektorok korlátozásai, akkor alkalmazhatjuk az egységnyi, vagy azonos súlyozás elvét. Ennek a módszernek a lényege, hogy az $\mathbf{x}$ állapotvektor rendezőit súlyozó $\mathbf{Q}$ és az $\mathbf{u}$ bemeneti vektor rendezőit súlyozó $\mathbf{R}$ mátrix összes főátlón álló elemét egységnyi értékűnek választjuk [17, 18, 20].

Másik lehetőség a reciprok négyzetes módszer alkalmazása, melynek lényege, hogy az egyes állapotváltozókra a tervezők biztonsági, vagy egyéb más okok, mint pl. a repülőgép manőverező képessége stb. miatt korlátozásokat vezetnek be. Így a szabályozási rendszer $\mathbf{x}$ állapot-, és az $\mathbf{u}$ bemeneti vektorának

rendezői ismertté válnak. Ezeknek a korlátozott állapotváltozóknak az abszolút értékét négyzetre emeljük és vesszük a reciprok értékét. Az $\mathbf{x}$ állapotvektor

rendezőit súlyozó $\mathbf{Q}$ diagonális mátrix elemeinek számítását a $q_{ii} = \frac{1}{|x_{i\max}(t)|^2}$

(q_{ii} az állapotvektor rendezőit súlyozó pozitív skalár, $x_{i\max}(t)$ az egyes állapotváltozók maximális értéke), az $\mathbf{u}$ bemeneti vektor rendezőit súlyozó $\mathbf{R}$

diagonális mátrix elemeit a $r_{ii} = \frac{1}{|u_{i\max}(t)|^2}$ (r_{ii} az $\mathbf{u}$ bemeneti vektor rendezőit

súlyozó $\mathbf{R}$ diagonális mátrix főátlón álló elemei, míg az $u_{i\max}(t)$ az $\mathbf{u}$ bemeneti vektor rendezőinek maximális értéke) képletek segítségével számíthatjuk. Az [10]ben ismertetett módszer segítségével elvégezhetjük az előzetes szabályozótervezést, majd összekapcsoljuk a szabályozott szakasszal. A felnyitott szabályozási kör analízise után a $\mathbf{K}$ optimális, teljes állapot visszacsatolási mátrixon keresztül zárjuk a szabályozási rendszert, és végrehajtjuk a zárt szabályozási rendszer időtartománybeli vizsgálatát. Ha a felnyitott-, és a zárt szabályozási rendszer minőségi jellemzői nem felelnek meg az előírt követelményeknek, akkor a $\mathbf{Q}$ és az $\mathbf{R}$ mátrixok elemeit heurisztikus módon addig hangoljuk, míg a rendszer teljesíti az előírt minőségi követelményeket. Ha heurisztikus hangolással sem teljesíthetők az előírt minőségi követelmények, javasolt más szabályozótervezési módszer választása [5, 14, 15, 16].

Az LQR szabályzó tervezési módszer feltételezi, hogy a rendszert nem gerjeszti sem külső, sem belső zavarforrás, és az összes állapotváltozója ismert, vagy mérhető. A tervezés folyamán keressük az optimális vezérlési törvényt, amely a költségfüggvény minimalizálásával a lineáris rendszert egyik egyensúlyi állapotából a másikba viszi át [3, 17, 18]. A Szojka–III dinamikája az (1) egyenlettel adott. A repülőgép mozgásának vizsgált állapotvektorai hosszirányú mozgás esetén:

$$\mathbf{x}_h^T = [\mathcal{J} \quad H \quad \omega_z] \quad (7)$$

oldalirányú mozgás esetén:

$$\mathbf{x}_o^T = [\omega_x \quad \gamma] \quad (8)$$

A repülőgép a magassági kormány és a csűrőlapok segítségével kormányozható, a szögkitérésekkel arányos jelek, mint bemeneti paraméterek értelmezhetők:

$$\mathbf{u}_h = u_h = \delta_m \quad (9)$$

$$\mathbf{u}_o = u_o = \delta_{cs} \quad (10)$$

Az integrálkritérium:

$$J = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_{\text{vég}}} [\mathbf{x}^T \mathbf{Q} \mathbf{x} + \mathbf{u}^T \mathbf{R} \mathbf{u}] dt \rightarrow \min \quad (11)$$

lokális minimalizálásához szükséges definiálni a $\mathbf{Q}$ és az $\mathbf{R}$ mátrixokat, melyek segítségével meghatározható az $\mathbf{u}_{\text{opt}}(t) = -\mathbf{K}\mathbf{x}(t)$ optimális vezérlési törvény.

A [7] szakirodalom a Szojka–III repülőgépnél sem a hosszirányú, sem az oldalirányú állapotváltozóinak maximális értékéről nem ad információt, így a súlyozó mátrixok előzetes beállítására az egységnyi súlyozás elvét alkalmazom. Első lépésként az $\mathbf{u}$ bemeneti vektor rendezőit súlyozó $\mathbf{R}$ diagonális mátrix, valamint az $\mathbf{x}$ állapotvektor rendezőit súlyozó $\mathbf{Q}$ diagonális mátrix főátlóján álló elemeit egységnyinek választom.

A (11) egyenlettel adott integrálkritérium minimalálása során, tehát az alábbi

súlyozó mátrixokat alkalmazom: $\mathbf{Q}_{h1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, $\mathbf{R}_{h1} = 1$. A választott

súlyok alkalmazásával a repülőgép hosszirányú irányítási csatornáinak optimális teljes állapot–visszacsatolási mátrixai az alábbiak:

$$\begin{aligned} \mathbf{K}_{h1} &= [-10,4309 \quad -1 \quad -1,6073]; \quad \mathbf{K}_{h2} = [-10,8014 \quad -1 \quad -1,4689] \\ \mathbf{K}_{h3} &= [-11,1835 \quad -1 \quad -1,3739]; \quad \mathbf{K}_{h4} = [-11,5708 \quad -1 \quad -1,3056] \\ \mathbf{K}_{h5} &= [-11,9593 \quad -1 \quad -1,2547] \end{aligned} \quad (12)$$

Az előzőekhez hasonlóan a Szojka–III repülőgép oldalirányú irányítási csatorná-

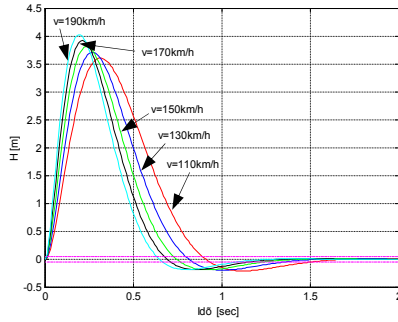
jának tervezése során is az egységnyi súlyozást biztosító $\mathbf{Q}_{o1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$, $\mathbf{R}_{o1} = 1$

mátrixokat használom. Az egységnyi súlyok alkalmazásával meghatároztam a Szojka–III repülőgép oldalirányú irányítási csatornájának optimális teljes állapot–visszacsatolási mátrixait, melyek a következők:

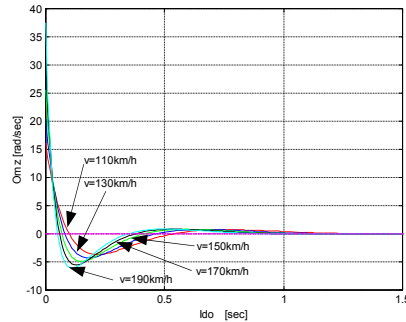
$$\begin{aligned} \mathbf{K}_{o1} &= [-0,9136 \quad -1]; \quad \mathbf{K}_{o2} = [-0,9211 \quad -1] \\ \mathbf{K}_{o3} &= [-0,9278 \quad -1]; \quad \mathbf{K}_{o4} = [-0,9337 \quad -1] \\ \mathbf{K}_{o5} &= [-0,9389 \quad -1] \end{aligned} \quad (13)$$

A hosszirányú mozgás állapotváltozói közül a továbbiakban csak a magasság stabilizáló rendszer tervezéséhez szükséges magasság, és bólintási szögsebesség függvényeket vizsgálom. A 3.17 3. – 3.20. ábrákon az egységimpulzus bemenő jelre kapott kimeneti jeleket láthatjuk. A 3.17. ábrán látható, hogy a függvények tranziensideje $1 < t_{tr} \leq 1,55 \text{ sec}$, a repülési sebességtől függően. Így a magasság

súlyfüggvényei eleget tesznek a stabilitás feltételének, kezdeti — a repülési sebességtől függően — 3,5 – 4 méteres túllendülés után a tranziens idő leteltével visszatérnek kezdeti állapotukba.

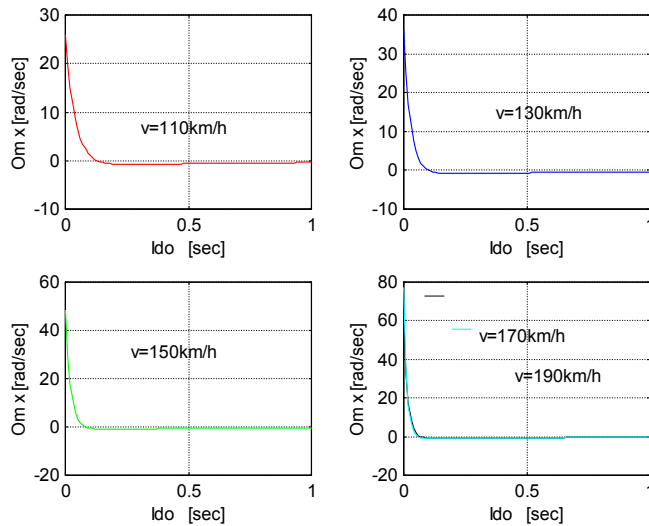


3. ábra. A magasság súlyfüggvényei, $Q_{h1}; R_{h1}$ súlyozás



4. ábra. A bólintási szögsebesség súlyfüggvényei, $Q_{h1}; R_{h1}$ súlyozás

A 4. ábráról láthatjuk, hogy a rendszer válasz jele minden vizsgált üzemmódon nagy intenzitású és gyors lefolyású ($t_{tr} < 1,1$ sec). A bólintási szögsebesség súlyfüggvénye teljesíti a stabilitás feltételét, a tranziens idő elteltével felveszi kezdeti értékét.

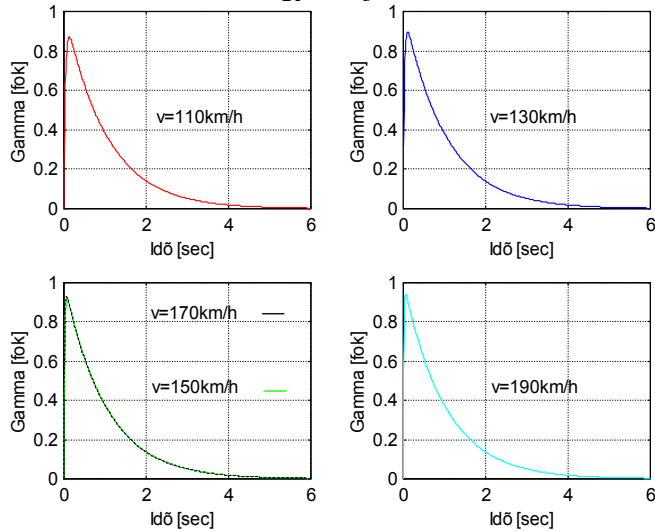


5. ábra. Az orsózó szögsebesség súlyfüggvényei, $Q_{o1}; R_{o1}$ súlyozás

Az orsózó szögsebesség súlyfüggvényeinek időbeli lefolyását látjuk a 5. ábrán. Az impulzusválasz függvények gyakorlatilag függetlenek a repülési sebességtől, időbeli lefolyásuk gyors ($t_{tr} < 0,5$ sec) és nagy intenzitású. Az orsózó szögsebes-

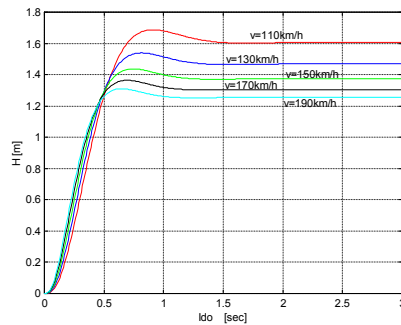
ség súlyfüggvényei a repülési sebességtől függetlenül teljesítik a stabilitás feltételét, a tranziens idő elteltével beállnak a kezdeti értékükre.

A 6. ábrán lévő bedöntési szög súlyfüggvényeit megvizsgálva, láthatjuk, hogy a függvényértékek jó közelítéssel egybeesők, és a tranziensidejük $t_{tr} \cong 3 \text{ sec}$. A tranziens folyamatok lezajlása után a bedöntési szög súlyfüggvényei felveszik kezdeti értéküket, vagyis teljesítik a stabilitás feltételét.

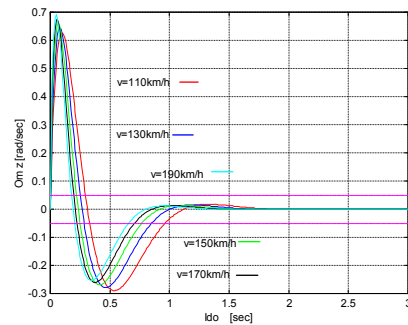


6. ábra. A bedöntési szög súlyfüggvényei, $\mathbf{Q}_{o1}$; $\mathbf{R}_{o1}$ súlyozás

A 7. ábrán látható, hogy a magasság átmeneti függvényei — a repülési sebességtől függően — $t_{tr} \cong 1 - 1,5 \text{ sec}$ közötti tranziens idő alatt érik el állandósult állapotbeli értéküket.

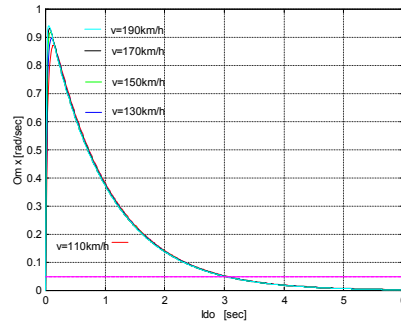


7. ábra. A magasság átmeneti függvénye, $\mathbf{Q}_{h1}$; $\mathbf{R}_{h1}$ súlyozás



8. ábra. A bólintási szögsebesség átmeneti függvénye, $\mathbf{Q}_{h1}$; $\mathbf{R}_{h1}$ súlyozás

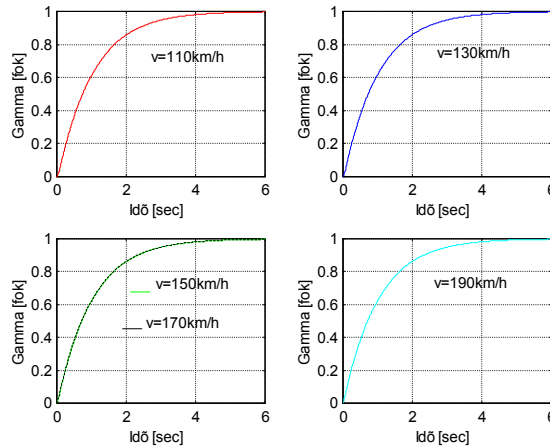
A statikus hiba 0,3 – 0,6 m között változik a repülési sebesség függvényében. A zárt rendszer a bemenetére érkező egységugrás jelet, kisebb, mint 5%-os túlszabályozással követi. A 8. ábrán látható bólintási szögsebesség egységugrás válaszai egy előjelváltó lengés után rövid idő alatt, $0,6 < t_{tr} < 1 \text{ sec}$ — a repülési sebesség függvényében — válnak konstans értékűvé. A statikus hiba értéke zérus.



9. ábra. Az orsózó szögsebesség átmeneti függvénye, $\mathbf{Q}_{o1}$; $\mathbf{R}_{o1}$ súlyozás

A 9. ábrán az orsózó szögsebesség $l(t)$ bemeneti jelre adott válaszfüggvényét láthatjuk. Az átmeneti függvény rövid idő alatt ($t_{tr} \cong 3 \text{ sec}$) válik nullává a vizsgált repülési üzemmódokon. Az orsózó szögsebesség kisebb mint 1 rad/sec elfordulással válaszol az egységugrás bemenő jelre.

A 10. ábrán láthatók a bedöntési szög átmeneti függvényei. A függvények maximális értéküket ($\gamma_{\max} = 1$) a repülési sebességtől függetlenül túlszabályozás nélkül érik el.



10. ábra. A bedöntési szög átmeneti függvénye, $\mathbf{Q}_{o1}$; $\mathbf{R}_{o1}$ súlyozás

A tranziens idők $t_{tr} \cong 3 \text{ sec}$ és a függvényértékek jó közelítéssel egybeesők. A statikus hiba értéke 0° . A repülőgép hosszirányú mozgásának minőségi jellemzői az 1. táblázatban láthatók.

A vizsgált hosszirányú mozgásegyenletek egy negatív valós résszel rendelkező komplex konjugált gyökpárral és a negatív valóstengelyen elhelyezkedő pólussal rendelkeznek. A ξ csillapítási tényező értéke 0,64 és 1 között változik.

A hosszirányú mozgás minőségi jellemzői

1. táblázat

Sajátérték (λ)	Csillapítási tényező (ξ)		Sajátlengések körfrekvenciája (ω) [rad/sec]
	Valós érték	Előírt érték	
1. üzemmód: v=110 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-3,59±4,04i	0,64	$0,5 \leq \xi < 1$	5,41
-10,5	1	$0,5 \leq \xi < 1$	10,5
2. üzemmód: v=130 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-4,05±4,35i	0,681	$0,5 \leq \xi < 1$	5,94
-14,3	1	$0,5 \leq \xi < 1$	14,3
3. üzemmód: v=150 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-4,43±4,64i	0,691	$0,5 \leq \xi < 1$	6,42
-18,8	1	$0,5 \leq \xi < 1$	18,8
4. üzemmód: v=170 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-4,77±4,91i	0,696	$0,5 \leq \xi < 1$	6,85
-24,1	1	$0,5 \leq \xi < 1$	24,1
5. üzemmód: v=190 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-5,07±5,17i	0,7	$0,5 \leq \xi < 1$	7,25
-30	1	$0,5 \leq \xi < 1$	30

A [14, 15, 16] irodalmakban található irányítástechnikai minőségi követelményekkel, megállapítható, hogy a $\mathbf{Q}_{h1}$; $\mathbf{R}_{h1}$ súlyozó mátrixok további hangolása a vizsgálat ezen fázisában szükségtelen.

A 2. táblázatból kiolvasható, hogy a rendszer minden vizsgált üzemmódon negatív valós sajátértékekkel rendelkezik, és a csillapítási tényező értéke 1. A táblázatban látható, hogy az oldalirányú mozgás állapotváltozói $-0,992$ és $-0,997$ kö-

zött, és $-26,1$ és $-77,5$ között változnak a repülési sebesség függvényében. Az origóhoz közeli, a valós tengelyen elhelyezkedő $-0,992$ és $-0,997$ értékű pólusok miatt az oldalirányú állapotváltozók átmeneti függvényei exponenciális felfutásúak és kritikus csillapításúak. A műszaki gyakorlatban a szabályozók tervezése során arra törekszünk, hogy a zárt szabályozási rendszer dinamikáját az úgynevezett domináns póluspár határozza meg.

A tervezés folytatásaként a súlyozó mátrixok elemeit heurisztikusan mindaddig hangolom, amíg a zárt szabályozási rendszer két negatív előjelű valós gyöke komplex konjugált domináns póluspárt nem alkot. A szabályozótervezést követően vizsgálom a minőségi jellemzők változását.

Az oldalirányú mozgás minőségi jellemzői

2. táblázat

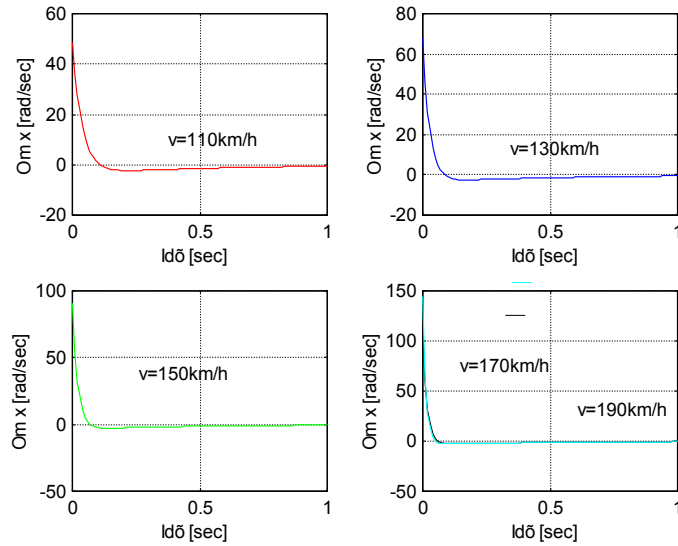
Sajátérték (λ)	Csillapítási tényező (ξ)		Sajátlengések körfrekvenciája (ω) [rad/sec]
	Valós érték	Előírt érték	
1. üzemmód: v=110 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-0,992	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	0,992
-26,1	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	26,1
2. üzemmód: v=130 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-0,994	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	0,994
-36,4	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	36,4
3. üzemmód: v=150 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-0,996	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	0,996
-48,4	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	48,4
4. üzemmód: v=170 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-0,996	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	0,996
-62,1	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	62,1
5. üzemmód: v=190 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-0,997	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	0,997
-77,5	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	77,5

A heurisztikusan hangolt rendszer állapot-visszacsatolási mátrixai, oldalirányú mozgás, $\mathbf{Q}_{o2} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 3,5 \end{bmatrix}$, $\mathbf{R}_{o2} = 1$ súlyozások esetén, a következők lesznek:

$$\begin{aligned}
\mathbf{K}_{o11} &= [-0,9452 \quad -1,8708]; \quad \mathbf{K}_{o21} = [-0,9441 \quad -1,8708] \\
\mathbf{K}_{o31} &= [-0,9453 \quad -1,8708]; \quad \mathbf{K}_{o41} = [-0,9474 \quad -1,8708] \\
\mathbf{K}_{o51} &= [-0,9499 \quad -1,8708]
\end{aligned} \tag{14}$$

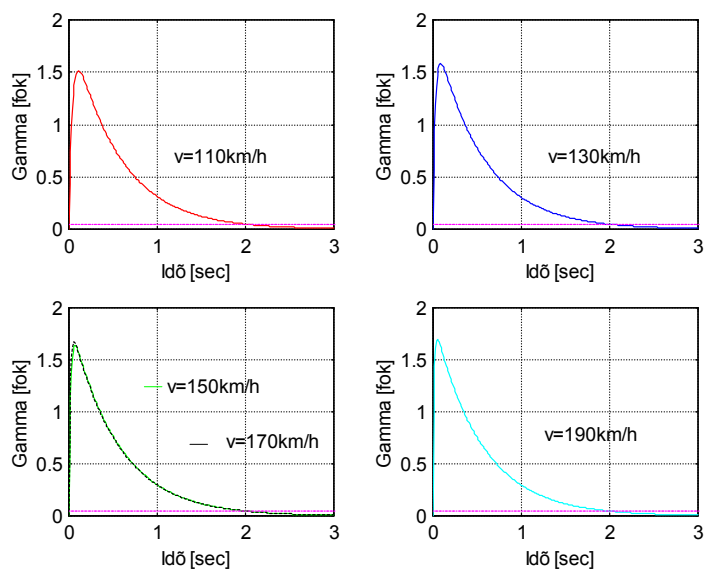
Az $\mathbf{x}$ állapotvektorokat rendező $\mathbf{Q}_{o2}$ súlyozó mátrix q_{22} elemének növelése az állapot-visszacsatolási mátrixok értékeinek csökkentését eredményezte, ami a későbbi megvalósítás esetén kisebb energia felhasználással járhat. A zárt rendszer időtartományú analízisének eredményei a 3.25. – 3.28. ábrákon láthatók.

Az orsózó szögsebesség súlyfüggvényeinek időbeli lefolyása a vizsgált üzemmódokon a repülési sebességtől függően a 11. ábrán láthatók. Az 5. ábrán látható $\mathbf{Q}_{o1}; \mathbf{R}_{o1}$ súlyozáshoz tartozó súlyfüggvényekhez képest a transziens idő kismértékben ($0,4 < t_{tr} < 1$ sec), míg a zárt szabályozási rendszer lengési hajlama lényegesen növekedett, de a függvények jellege nem változott.



11. ábra. Az orsózó szögsebesség súlyfüggvényei, $\mathbf{Q}_{o2}; \mathbf{R}_{o2}$ súlyozás

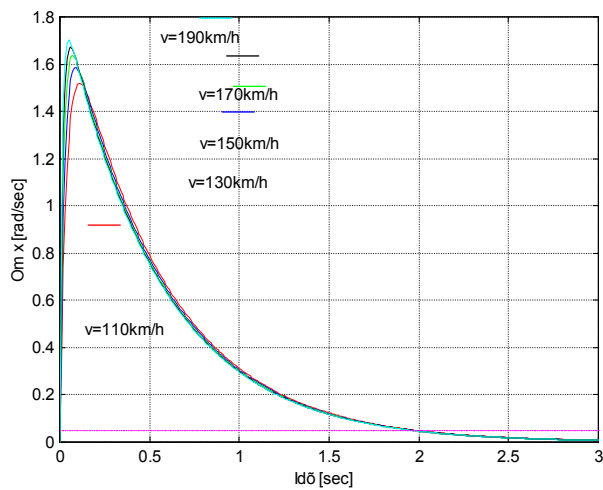
A 12. ábrán látható bedöntési szög súlyfüggvényei transziensideje, $t_{tr} \cong 2$ sec .



12. ábra. A bedöntési szög súlyfüggvényei, $\mathbf{Q}_{o2}; \mathbf{R}_{o2}$ súlyozás

A 6. ábrán látható súlyfüggvényekhez képest a $\mathbf{Q}_{o2}; \mathbf{R}_{o2}$ súlyozás esetén a 12. ábrán látható súlyfüggvények tranziensideje csökkent, de a függvények időbeli lefolyása nem változott.

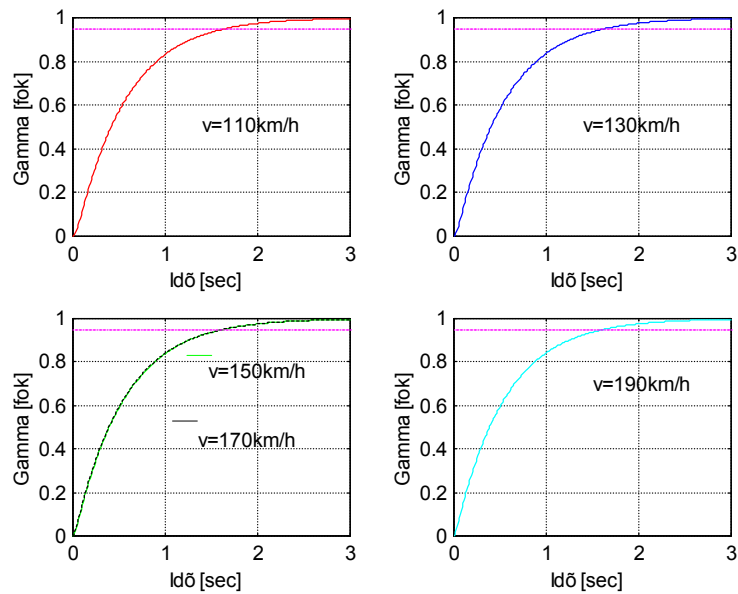
A vizsgált súlyfüggvények alapján elmondható, hogy az oldalirányú mozgás állapotváltozói továbbra is stabil működésűek.



13. ábra. Az orsózó szögsebesség átmeneti függvényei $\mathbf{Q}_{o2}; \mathbf{R}_{o2}$ esetén

Az orsózó szögsebesség átmeneti függvényeit a 13. ábrán látjuk, összehasonlítva a 9. ábrán láthatóakkal elmondható, hogy a szabályozási folyamatok gyorsabbak lettek ($t_{tr} \cong 2 \text{ sec}$), és lengési hajlama nőtt. A statikus hiba továbbra is 0° .

A 10. ábrán látható bedöntési szög átmeneti függvényeit összevetve a 14. ábrán láthatóakkal, elmondható, hogy a maximális értékét ($\gamma_{\max} = 1$) a repülési sebességtől függetlenül mindkét vizsgált esetben túlszabályozás nélkül éri el. A $\mathbf{Q}_{o2}; \mathbf{R}_{o2}$ súlyozás esetén a tranziens idő csökkent, melynek értéke $t_{tr} \cong 1,6 \text{ sec}$. A 14. ábra alapján megállapítható, hogy a repülési sebesség változása érdemben nem változtatja meg a dőlési szög átmeneti függvényét. A statikus hiba 0° .



14. ábra. A bedöntési szög átmeneti függvényei, $\mathbf{Q}_{o2}; \mathbf{R}_{o2}$ súlyozás

A 3. táblázatban olvasható, hogy a repülőgép oldalirányú mozgását leíró egyenletek a vizsgált üzemmódokon negatív valóstengelyen elhelyezkedő pólussal rendelkeznek. A ξ csillapítási tényező értéke a repülési sebességtől függetlenül egységnyi. Összehasonlítva a 2. táblázatban szereplő minőségi jellemzőkkel elmondható, hogy a csillapítási tényező értéke nem változott, a sajátértékek abszolút értéke nőtt. Az eredményeket összevetve a [14, 15, 16] irodalomban szereplő irányítástechnikai minőségi paraméterekkel, elmondható, hogy a 3. táblázatban szerelő értékek megfelelnek a követelményeknek.

Sajátérték (λ)	Csillapítási tényező (ξ)		Sajátlengések körfrekvenciája (ω) [rad/sec]
	Valós érték	Előírt érték	
1. üzemmód: v=110 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-1,86	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	1,86
-26,1	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	26,1
2. üzemmód: v=130 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-1,86	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	1,86
-36,4	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	36,4
3. üzemmód: v=150 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-1,86	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	1,86
-48,4	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	48,4
4. üzemmód: v=170 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-1,86	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	1,86
-62,1	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	62,1
5. üzemmód: v=190 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-1,87	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	1,87
-77,5	1	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	77,5

A heurisztikus hangolás után a $-0,992$, $-0,997$ pólusokat sikerült áthelyezni $-1,86$, $-1,87$ pontokba, de a bedöntési szög változása továbbra is lassú.

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálatok eredményeként megállapítottam, hogy:

- a Szojka–III repülőgép hosszirányú mozgása állapotváltozóinak stabilizálását biztosító, és az egységnyi súlyozásos LQR módszerrel tervezett zárt szabályozási rendszer eleget tesz a [14, 15, 16] irodalomban előírt minőségi követelményrendszernek;
- elvégeztem a Szojka–III repülőgép oldalirányú mozgása állapotváltozóit stabilizáló zárt szabályozási rendszer szabályozójának előzetes tervezését, megállapítottam, hogy az egységnyi súlyozásos LQR tervezési módszer

alkalmazása a minőségi jellemzők tekintetében megfelelő rendszer tervezését lehetővé teszi.

A gyakorlatban a zárt szabályozási rendszerek számára olyan szabályozót igyekeznek tervezni, amely biztosítja a domináns póluspár hatásának érvényesülését. Ennek megfelelően célszerű olyan szabályozó tervezési módszert választani, vagy a korábban alkalmazottat olyanra módosítani, amely lehetővé teszi a szabályozó minimális lépésben történő megtervezését. Számos hangolási kísérlet után, amelyeket az LQR szabályozó optimális megtervezésére fordítottam, megállapítottam, hogy a tervezett pólus áthelyezést nehéz elérni. Ezért a zárt szabályozási kör tervezett pólusainak elérésére más módszer választása javasolt.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Hangos, K. – Bokor, J. – Szederkényi, G. Computer controlled systems, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2002.
- [2] Dr. Csáki F.: Automatika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.
- [3] Ogata, K. Modern Control Engineering, Prentice-Hall International Ltd., 1990.
- [4] Tuschák R.: Szabályozástechnika 1. füzet, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1993.
- [5] McLean, D.: Automatic Flight Control Systems, Prentice Hall, International Ltd, 1990.
- [6] Helm L. – Marton J.: A szabályozástechnika elméleti alapjai (lineáris rendszerek) II. rész, kézirat, Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, 1965.
- [7] SZOJKA-III/TV kooperációs fejlesztés tudományos technikai adatai, IV. fejezet, Zelong Instr., Brno, 1993.
- [8] Szabolcsi R. – Szegedi P.: Pilóta nélküli repülőgép számítógépes analízise, Szolnoki tudományos konferencia MTESZ, Szolnok 2002. nov. 06. (CD-ROM).
- [9] Pilóta nélküli felderítő repülő eszközök. Haditechnikai Intézet, Haditechnika füzetek 1.sz 1999.
- [10] Szegedi P. A Szojka-III nemirányított repülőgép analízise, Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2005. (megjelenés alatt).
- [11] Szabolcsi, R. Szabályozási rendszerek optimális méretezése négyzetes integrálkritériummal, Haditechnika, 1996/3, (2–4), 1996.
- [12] Szegedi P.: A Pilótánélküli Repülőgépek Irányíthatóságának és Megfigyelhetőségének Vizsgálata, Repüléstudományi Közlemények, 2003/1. (129-150 oldal).
- [13] Bokor, J. Bevezetés az állapotter elméletbe, kézirat, Budapest, 1994.
- [14] MIL-C-18244A (AS) Control and stabilization system: automatic, piloted aircraft general specification for, 1992.
- [15] MIL-F-8785C Flying Qualities of Piloted Airplanes, 1996.
- [16] MIL-F-9490D Flight Control Systems – Design, Installation and test of piloted aircraft general specification for, 1993.
- [17] Nelson, R. C. Flight Stability and Automatic Control, WCB McGraw-Hill, 1998.
- [18] Szabolcsi, R. Szabályozástechnikai feladatok megoldása a MATLAB® alkalmazásával, Egyetemi jegyzet, Budapest, 2004.
- [19] Somló, J. – Pham Thuong Cat Lineáris és nemlineáris szabályozási rendszerek számítógépes tervezése, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983.
- [20] Ogata, K. Designing Linear Control Systems with MATLAB®, Prentice-Hall, International Inc., 1994.
- [21] Amaczi, V. Többcélú, kisméretű, pilóta nélküli repülőgép-komplexum
<http://www.haditechnika.hu/Archivum/199201/920110.htm>

A MAGYAR HONVÉDSÉG LÉGI JÁRMŰVEINEK NAVIGÁCIÓS BERENDEZÉSEI

Napjainkban a léginavigáció szerepe felértékelődött mind a MOOTW feladatok, mind a nem hadműveleti területeken végrehajtott repülési feladatok során.

A Magyar Honvédség széles körű szerepet vállal a NATO és ENSZ missziókban. Ezért az MH repülőgépeinek és helikopterinek fedélzeti navigációs és kommunikációs berendezéseinek vizsgálatát tűztem célul magam elé, mely tanulmány első részét tarthatja kezében ezzel a cikkel a kedves olvasó.

SZÁLLÍTÓ REPÜLŐGÉPEK

Jelenlegi állapot

Ezeknek a légi járműveknek navigációs műszerekkel való felszereltsége a beszerzésüktől napjainkig nagymértékben változott, de ezek a változtatások zömében a '70-es, '80-as években történtek meg.

A gyakorlati munkálatokat részben Magyarországon (Kecskemét), részben a volt Szovjetunióban (Kijev) hajtották végre.

Fentiek eredményeként viszonylag széles körű navigációs képességnövekedés jött létre „új” berendezések beépítése (KURSZ MP-2, SZOM-64, SZD-67, BAKLÁN) útján.

Az AN-26 típusú közepes szállító repülőgépen a következő repülő-navigációs berendezés van rendszeresítve.¹

- AP-28L1 robotpilóta;
- 2 db AGD-1 műhorizont;
- GIK-1 giro indukciós iránytű;
- GPK-52AP pörgettyűs iránytű;
- EUP-53MK elektromos elfordulás jelző;
- 2 db VK-53RS helyesbítés- (korrekció-) kapcsoló;
- CGV-4 központi pörgettyűs (giro-) adó állását jelző műszer;

¹ RE/1617 Az AN-26 típusú repülőgép légi üzemeltetési szakutasítása.

- AUASzP–24KP állásszög és túlterhelés-jelző;
- 2 db ZK–2 irányszög-adó;
- UV–2 helyesbítés jelző;
- KPPM kombinált légi jármű leszállító műszer;
- 2 db VAR–30–MK variométer;
- 3 db VD–10K magasságmérő;
- 3 db KUSz 730/1100 kombinált sebességmérő;
- KI–13K folyadékos iránytű;
- NI–50BMK navigációs indikátor;
- 2 db AcsSz-1 repülőóra;
- TNV–15K külső levegőhőmérő.

A felsorolt műszereken kívül kiegészítésképpen be van építve:

- UVPD–15 fülke magasság- és túlnyomásmérő és VR–10K variométer a repülőgép-vezetők műszerfalán;
- a rádiós munkahelyén az AVRm óra;
- Usz–80K műszer szerinti sebességmérő, 2 db VK–10K magasságmérő és AVRm óra az ugrató parancsnok helyén.

A repülőgépen elhelyezett rádió és rádió navigációs berendezés a következőket biztosítja:

- kétoldalú rádióösszeköttetést távbeszélő és távíró üzemben rádióállomásokkal, illetve a levegőben tartózkodó más légi járművekkel;
- a gépszemélyzet tagjai között a rádióösszeköttetést;
- a földfelület rádiólokációs felderítését navigációs célokról és más navigációs feladatok megoldását;
- a repülőgép repülési útvonalán levő akadályok, zivatarzónák és erős turbulens zónák felderítését;
- a szembe jövő légi járművekre való figyelmeztetést;
- a repülés valóságos magasságának meghatározását;
- figyelmeztetést a „Veszélyes” magasságról;
- a repülőgép földi irányadó és műsorszóró rádióállomások segítségével történő irányítását;
- a bejövotelt és a leszállás kiszámítását és annak végrehajtását bonyolult időjárási viszonyok között NDB, VOR–DME, ILS és SzP–50M rendszerekben.

A légi járművön a következő rádió berendezések vannak beépítve:

- 2 db „BAKLÁN” parancsnoki VHF rádióállomás;
- SzPU–7 fedélzeti telefon berendezés;
- 2 db ARK–11 automatikus rádióiránytű;
- ARK–U2 automatikus ultrarövid hullámú rádióiránytű, R–852 vevővel;
- RSzBN–2Sz rádió navigációs berendezés;
- RV–4 rádió magasságmérő;

- „023” berendezés;
- RPSzN–3N fedélzeti rádiólokátor állomás az RPM–Sz berendezéssel;
- SzZM állomás;
- DP–3B röntgenmérő;
- KURS–MP–2 közel navigációs és leszállító rendszer;
- SzD–67 távolságmérő;
- SzOM–64 fedélzeti válaszadó;
- AN/APX–100 válaszadó;
- Garmin-GPS–150 típusú műhold navigációs berendezés;
- R863 fedélzeti rádiós VHF/UHF rádió adó-vevő berendezése.

A membrán-aneroid szelencés műszerek táplálása

A membrán-aneroid szelencés műszerberendezés készlete a magasság-, sebességmérő műszercsoportba tartozó főbb repülő navigációs műszerekből, kiegészítő műszerekből, a repülőgép teljes nyomás- (dinamikus) és statikus rendszerének csővezetékeiből, a két kombinált PVD–7 levegőnyomás (statikus és dinamikus) vevőből és egy PPD–1 teljes nyomásvevőből áll.

A PVD–7 Pitot-csővek statikus terei egymással össze vannak kötve és három önálló statikus nyomásrendszert alkotnak. Az első-repülőgépvezető műszereit tápláló rendszert, a másod-repülőgépvezető műszereit tápláló rendszert, valamint az öníró-adatrögzítő berendezést, a megfigyelő és az ugrató parancsnok műszereit tápláló rendszert.

A fő statikus rendszerek meghibásodása esetén az első- és másod-repülőgépvezető műszereinek táplálása csapok segítségével átkapcsolható a statikus nyomástartalék vevőitől történő táplálásra, amelyek nem egyebek, mint a törzs mellső, nem hermetikus terében levő nyitott csőcsonkok.

Az első- és másod-repülőgépvezető műszereit tápláló teljes nyomás a PVD–7 vevőktől van bevezetve. A megfigyelő és az ejtőernyős ugrató műszereihez, valamint az öníró-adatrögzítő berendezéshez a teljes nyomás a PPD–1 vevőtől van elvezetve.

Ha szükséges, az első-repülőgépvezető a saját műszercsoportjának táplálását rá tudja kapcsolni a PPD–1 vevőre.

A statikus és teljes nyomásvevők vezetékeiben nedvszívók vannak elhelyezve, hogy a műszerekbe ne kerülhessen nedvesség és a levegő-vezetékrendszerek ne duguljanak el.

A PVD–7 és PPD–1 vevők beépített elektromos fűtőelemekkel vannak ellátva, amelyek szükség esetén a másod-repülőgépvezető kezelőpultján elhelyezett három kapcsolóval működtethetők.

AP–28L1 robotpilóta

Az AP–28L1 robotpilóta az adott repülési pályán a repülőgép repülésének automatikus stabilizálására és vezérlésére szolgál.

A robotpilóta a következőket biztosítja:

- a repülőgép három fő tengelyéhez (hossz-, függőleges és keresztengely), viszonyított helyzetének stabilizálását.
- a repülőgép automatikus repülését ortodrom (a GPK jelei alapján);
- repülőgép automatikus repülését loxodrom pályán (a GIK jelei alapján), a repülés magasságának stabilizálását;
- a repülőgép automatikus elfordulását 0-120°-ig terjedő szögekre, az irányszög adótól történő működéskor;
- emelkedés, süllyedés és koordinált fordulók végrehajtását $\pm 30^\circ$ bedöntésig és $\pm 20^\circ$ bólintási szögig;
- a repülőgép vízszintes helyzetbe történő kivételét $\pm 30^\circ$ -ig terjedő bedőlési és $\pm 20^\circ$ -ig terjedő bólintási szögig;
- a magassági kormány automatikus trimmelését, jelezve a robotpilóta vezérlőpultján a kormányra ható terhelést és annak irányát;
- az „Írány – Bedőlés” és „Bólintás” kormánygépek automatikus kikapcsolását és annak jelzését a csűrők és a magassági kormány nagy elfordulási szögű és szöggyorsulású kitérítésekor, (ez a hiba a robotpilóta adott csatornájának a meghibásodásához vezethet!);
- a magassági kormánygép kikapcsolásának lehetőségét, a bólintási csatorna egyeztető üzemmódba történő átállításával, a kormánygépek erejének legyőzését a repülőgép kormánysszervein keresztül.

A robotpilóta végrehajtó berendezései az elektromos kormánygépek.

AGD–1 műhorizont

A távvezérlésű AGD–1 műhorizont a repülőgép térbeli, a valóságos horizont síkjához viszonyított helyzetének meghatározására szolgál, mind egyenes vonalú repülésben mind, pedig a repülőgép manőverezése során. A műszer a táplálás bekapcsolásától számított 1-1,5 perc múlva üzemkész.

Az AGD üzemkésztségének minimális idő alatti biztosítására pörgettyűs adó egy elektromos egyeztetővel van felszerelve, amely a műszer bekapcsolásakor automatikusan működésbe lép. A műszer egyeztetésére vízszintes repülés közben – például az AGD táplálás zavar esetén, a jelzőműszeren egy „Egyeztetés csak vízszintes repülés közben” feliratú gomb van elhelyezve.

GIK–1 pörgettyűs iránytű

A GIK–1 pörgettyűs iránytű feladata a mágneses repülési irány és a repülőgép elfordulási szögének meghatározása, valamint a megfelelő elektromos jelzések továbbítása az AP–28L1 robotpilóta, a repülőgép-vezetők KPPM jelzőműszere és a megfigyelő US–2 jelzőműszere számára.

GPK–52AP pörgettyűs iránytű

A pörgettyűs iránytű feladatai:

- navigációs műszerként történő felhasználása (az ortodromikus repülés irány mutatása).
- fordulók végrehajtásának biztosítása a megadott szögre (ZK–2 irányszög adók segítségével) és elektromos jelzések továbbítása a robotpilótába.

AUSzP–24KR állásszög és a túlterhelésjelző

Az AUSzP–24KR a repülés összes üzemmódjain a pillanatnyi és a megengedett legnagyobb állásszögek, a függőleges irányú túlterhelések mérésére, valamint a „Kritikus üzemmód” figyelmeztető fényjelzés működtetésére szolgál, ha a repülőgép közel kerül a legnagyobb megengedett állásszögekhez és túlterhelésekhez. A „Kritikus üzemmód” fényjelzés akkor alszik ki, amikor az állásszög a kritikusnál $0,5^\circ$ -kal, a túlterhelés a legnagyobb megengedettnél 0,2 egységgel kisebb értékre csökken.

„BAKLÁN” típusú ultrarövid hullámú parancsnoki rádióállomás

A repülőgépen rendszeresített „BAKLÁN” rádióállomások (1. és 2. készlet) ultrarövid hullámú rádióadó-vevőkészülékek, amelyek a személyzetnek a földi irányítópontokkal és a levegőben tartózkodó repülőgépekkel történő összeköttetésére szolgálnak.

SzPU–7 fedélzeti telefon

Az SzPU–7 fedélzeti telefon a gépszemélyzet tagjai közötti belső telefonösszeköttetésre, a külső összeköttetésbe való bekapcsolódásra, a földi irányadó rendszerek, közel körzeti navigációs rendszerek hívójeleinek és a rádió magasságmérő „Veszélyes magasság” hangjelzéseinek meghallgatására szolgál.

A fedélzeti telefon berendezés két önálló, 1.sz. és 2.sz. hálózattal rendelkezik. A gépszemélyzet tagjainak, akiknek a kezelődobozon keresztül lehetősége van a külső híradásba való bekapcsolódásra (gépszemélyzet-parancsnok, másodrepülőgépvezető, megfigyelő és rádiós), az SzPU–7 a következőket biztosítja:

- bármelyik fél hívását, körkapcsolással (szóban);

- a felsorolt személyzet tagok közötti kétoldali belső telefonösszeköttetést mindkét hálózaton;
- levelezések meghallgatását a külső híradásban;
- az R-863, „BAKLÁN” rádióállomások működtetését és az adás végrehajtását;
- a külső összeköttetésről a belsőre történő gyors átállást;
- a „Veszélyes magasság” jelzés meghallgatását.

Ezenkívül az SzPU-7 hálózatban meghallgathatók a földi irányadó állomások és majak berendezések jelzései is.

A gépszemélyzet olyan tagjainak, akik nem képesek a külső híradásba bekapcsolódni (fedélzeti technikus, eje ugrató parancsnok, ellenőrző előjáró), az SzPU-7 a következőket biztosítja:

- a személyzet bármely tagjának körkapcsolásos hívását (szóban);
- kétoldali telefonösszeköttetést;
- az összeköttetés hangerejének szabályozását.

A repülőgépbe beépített fedélzeti telefon berendezés tartozékai:

- a gépszemélyzet parancsnokának és a másod-repülőgépvezetőnek kezelődobozai;
- a megfigyelő kezelődoboz;
- a rádiós kezelődoboz;
- a fedélzeti technikus egyszerűsített kezelődoboz;
- az operátor egyszerűsített kezelődoboz;
- 2 db SzPU erősítő berendezés;
- elosztódobozok;
- fejhallgató készlet;
- hívógombok;
- láb- és kézi kapcsolók.

ARK-11 automatikus rádióiránytű

A repülőgépen két készlet ARK-11 rádióiránytű van rendszeresítve, melyek a repülőgépnek az irányadó és műsorszóró rádióállomások alapján történő irányítására szolgálnak.

Az 1.sz. és 2.sz. rádióiránytűk a következő navigációs feladatok megoldását biztosítják:

- a géptengely rádió irányok és a rádióállomások irányszögeinek meghatározását kiskör helyzetvonalakkal;
- a rádióállomásra történő rárepülést és elrepülést a műszerek értékeinek leolvasása alapján;
- a rádióállomásra történő rárepülést és elrepülést hangjelzés (markerek jelzéseinek hallása alapján) útján;

- a repülőgép tartózkodási helyének megállapítását két vagy több rádióállomás segítségével;
- más műszerekkel együttesen segítik a leszálláshoz történő bejövétel végrehajtását NDB – rendszerben;
- középhullámú vevőként történő felhasználásukat 120–1300 kHz frekvenciatartományban.

Az ARK–11 mindkét készlete a következő egységekből áll:

- vevőberendezés;
- irányított (keret) – antennaegység;
- kezelőpultok (az ARK–11 1. készletében két kezelőpult és egy vezérlés átkapcsoló van a repülőgép-vezetőknél és a megfigyelőnél, az ARK–11 2. készletében egy kezelőpult van a megfigyelőnél);
- tápblokk;
- UPDB–2 típusú (a repülőgép-vezetőknél elhelyezett) irányyszög mutató műszerek;
- hangolásijelzők (az ARK–11 1. készleténél két, az ARK–11 2. készleténél egy);
- hangolt antennablokk;
- hangolatlan antennablokk;
- kapcsolódoboz;
- nagyfrekvenciás műantenna;
- irányítatlan vételi antenna, az ARK–11 1. készletében e célra a BAKLÁN rádióállomás szálantennájának levezetése, az ARK–11 2. készletében egy hurokantenna szolgál.

RV–4 rádió-magasságmérő

A rádió-magasságmérő a repülőgép terep fölötti valóságos magasságának mérésére szolgál 0–1500 m határokon belül, $\pm 1,5$ m pontossággal 0–15 m között és a mért magasság ± 10 %-nak megfelelő mérési pontossággal 15–1500 m között, függetlenül a meteorológiai viszonyoktól és a földfelület jellegétől.

Biztosítja a magasság folyamatos vizuális mutatóját, a „Veszélyes magasság”-ot fény- és hangjelzéssel (az SzPU-n keresztül) a beállított „Veszélyes magasság” túllépésekor.

Ez főleg IFR – szabályok szerinti megközelítéseknel és leszállásoknál elengedhetetlen műszer.

A rádió-magasságmérő tartozékai:

- adó – vevő;
- késleltető művonal;
- vevőantenna;
- adóantenna;
- a magasságjelző műszer;

- „Rádió-magasságmérő” kapcsoló;
- „Hegy – Síkság” kapcsoló;
- a „Magasság” jelzőlámpa a tablón;
- barometrikus jelzőberendezés.

RPSzN–3N rádiólokátor

Az RPSzN–3N rádiólokátor a földfelület felderítésére, hegyek, a zivatartevékenységek zónáinak, szembe jövő légi járműveknek a felderítésére és fontos navigációs feladatok megoldására (széleltérítési szög, föld feletti sebesség meghatározására és célzott deszant dobás végrehajtására) szolgál.

A berendezés készletébe tartoznak:

- adó – vevő;
- antenna blokk;
- kitérítő blokk;
- szinkronizáló blokk;
- szervo erősítő blokk;
- táp blokk;
- repülőgép-vezető lokátor ernyője;
- megfigyelő lokátor ernyője;
- kezelő- és ellenőrző pultok;
- elosztódobozok.

Az antennának a repülőgép hossz tengelyéhez viszonyított helyzete a CGV–4 központi pörgettyűs adó segítségével stabilizálódik.

RPM–Sz berendezés

Az RPM–Sz berendezés az RPSzN–3N fedélzeti lokátor állomáshoz kapcsolódva, az ejtőernyős deszant terhek és harci technika célzott kidobására szolgál, bonyolult időjárási viszonyok között, a földön elhelyezett rádió majak-válaszadó alapján.

Az RPM–Sz berendezés tartozékai:

- vevő;
- vevő antenna;
- RZZ blokk;
- távvezérlés pultja.

Az RPM–Sz blokkjai az RPSzN–3N bekapcsolásával egyidejűleg kapnak táplálást. Az RPM–Sz berendezést a fedélzeti megfigyelő vezérli az RPSzN–3N kezelőpultjáról, az állomás üzemmód kapcsolójának „Majak” helyzetbe való állításával és az RPM–Sz berendezés működési frekvenciájának kiválasztásával.

„023” berendezés

A „023” berendezés saját-idegen felismerő rendszer légi jármű fedélzeti egysége, mely rendszert a volt Szovjetunióban (?) fejlesztettek ki. A Varsói Szerződés tagországaiban rendszeresítésre került, de több Kelet-európai ország — így a Magyar Köztársaság is — alkalmazza légierejében mind a mai napig.

A berendezés tartozékai:

- adó – vevő;
- 1 frekvenciatartomány négy antennája;
- 2 frekvenciatartomány két antennája;
- 3 frekvenciatartomány két antennája;
- két antennadoboz;
- desifrátor;
- kezelőpult és a robbantó gomb;
- egyesítő doboz;
- ellenőrző doboz;
- tehetetlenségi kapcsoló;
- szűrő;
- hármas /T/ elosztó.

RSzBN–2Sz rádió navigációs berendezés

Az RSZBN rendszer a volt Szovjetunióban került kifejlesztésre, de mind a mai napig a Magyar Köztársaság és sok Közép és Kelet-európai ország (többek között Lengyelország, Csehország, Szlovákia, Románia, Bulgária, Ukrajna) még használja.

Az RSzBN–2Sz rádió navigációs berendezés a földi RSzBN–2N rádióadóig terjedő oldalszög és távolság mérésére és a leszállító rendszer távolságmérő, irányszög és siklópálya-adók jelei alapján, a leszálláshoz való bejövétel végrehajtására szolgál.

Az RSzBN–2Sz berendezés az RSzBN–2N földi rádióadókkal és a leszállító rendszer rádióadókkal a következő feladatokat képes megoldani:

- a rádióadókhöz viszonyított oldalszög és távolság folyamatos mérését és a pillanatnyi értékek mutatását a jelzőműszereken;
- a KPPM műszer felhasználásával adott irányszögön vagy orbitális pályán történő repülés végrehajtását, a megadott pont átrepülésének jelzésével;
- a repülőgép bármely egyenes szakaszú útvonalon történő repülését műszerek szerint, ha az nem megy át a (majak-) adó telepítési pontján;
- a repülőgép kivezetését a megadott útvonalra loxodromikus irányon;

- a leszálláshoz történő bejövétel végrehajtását és a repülőgép irányszög és sílópálya szerinti bevezetését a leszállópályára, a bevezető rádió irányadóig terjedő távolság jelzésével, kiskör navigációs módszerrel;
- biztosítja a válaszjelek kibocsátását a földi állomás (majak) képernyőjére a repülőgép felismeréséhez és koordinátáinak meghatározásához.

Az RSzBN–2Sz segítségével az oldalszög meghatározásának pontossága $\pm 0,25^\circ$, a távolságé ± 200 m.

A megkeresés, valamint az irányszög és távolságadatok kidolgozásának ideje a földi állomás csatornájának kiválasztása után legfeljebb 60 s. A berendezés vezérlése a megfigyelőnél van összpontosítva: a földi rádióállomás frekvenciakód csatornájának kiválasztása, az üzemmód megválasztása, a megadott irányszög és távolság beállítása (orbitális pályán történő repülés esetén), a kezelőpulton a szükséges adatok beállítása, a tetszés szerinti egyenes szakaszú útvonalrepülés végrehajtásához. A gépparancsnok helyéről a berendezést csak „Leszállás” üzemmódban lehet működtetni. Az RSzBN–2Sz üzemképességét az irányszög és távolságmérő csatornák szerinti az „Írányszög csatorna üzemképtelen” és a „Távolság csatorna üzemképtelen” vörös színű tablófeliratok kialvása alapján lehet ellenőrizni.

R–852 rádió vevőkészülékekkel ellátott ARK–U2 automatikus rádióiránytű

Az ARK–U2 automatikus rádióiránytű az R–852 rádióvevő készülékkel közösen, a repülőgép földi rádióállomásra történő rávezetésére szolgál.

Az ARK–U2 és vele az R–852 vevőkészülék üzemképességének ellenőrzése a saját zajok lehallgatása és az ARK–U2 kezelőpultján elhelyezett „Bal – Jobb” kapcsoló állásának megfelelően, a jelzőműszer mutatójának kitérítése alapján történik.

NI–50BMK navigációs indikátor

A navigációs indikátor a megtett út automatikus kiszámolására és egy egyezményes derékszögű koordináta rendszerben a repülőgép pillanatnyi koordinátáinak kilométerekben történő meghatározására szolgál. A koordináta tengelyek iránya tetszés szerinti lehet a világtájakhoz viszonyítva.

SzZM figyelmeztető berendezés

Az SzZM figyelmeztető (besugárzást jelző) berendezés hang- és fényjelzéseket ad a személyzetnek abban az esetben, ha a repülőgépet elfogó vadászrepülőgép rádiólokátora besugározza.

A hangjelzés 800 Hz-es szaggatott hangjel formájában, a személyzet összes tagjainak fülhallgatójában hallható, a fényjelzés pedig a gépparancsnok SzZM indikátorán látható.

Az észlelt jelzés jellege alapján a gépszemélyzet parancsnoka megállapítja a besugárzás irányát, a besugárzó rádiólokátor üzemmódját és a kialakult helyzet-től függően hoz elhatározást.

NKPB–7 célzókészülék

Az NKPB–7 célzókészülék rendeltetése az oldalirányú rávezetés és távolság szerinti célzás a katonai felszerelések kidobásához és bombavetés végrehajtásához, vízszintes repülésből 30–5000 m magasság 200–600 km/h repülési sebességhatárok között.

Az NKPB–7 célzókészülék, mint alap-célzókészülék szerkezetileg és üzemeltetés szempontjából is igen egyszerű.

DP–3B röntgenmérő

A DP–3B röntgenmérő feladata a gammasugárzás intenzitásának mérése. A légi jármű parancsnoka e berendezés segítségével információt kap a gammasugárzás aktuális értékeiről az adott repülési körzeten belül.

A „KURS–MP–2” navigációs és leszállító berendezés

A KURSMP–2 navigációs és leszállító berendezés rendeltetése a repülőgépek repülésének biztosítása a nemzetközi VOR-rendszerben telepített irányadók jelei alapján, valamint a leszállások előtti manőverezések és a műszeres leszállások végrehajtása a nemzetközi ILS rendszerben és a volt Szovjetunió területén használatos SzP (SzP–50, SzP–70) rendszerben.

A „KURS–MP–2” rádiótechnikai berendezés áll: egy URH (ultrarövid hullámú) rádióvevőből, az információ feldolgozó berendezésből, amely az információt az alábbi jelekké alakítja át:

- fel- és leszállómező tengelyéhez viszonyítva a repülőgép oldalirányú helyzete vízszintes síkban;
- a repülőgép hosszirányú helyzete ahhoz a síkhoz viszonyítva, amely egy megadott szög alatt metszi a siklopályát (a repülőgép helyzete függőleges síkban);
- a megadott útirányhoz viszonyítva a repülőgép oldalirányú helyzete;
- a VOR irányadó oldalszöge;
- a rádió marker - adó átrepülésének indikálása;
- a működő rádió irányadók azonosítása (VOR és ILS, valamint SzP–70).

A repülőgépen beépített berendezés két egymástól függetlenül működő 1. és 2. fél készletből áll, amelyet az első és másod-repülőgépvezető kezel.

Minden fél készlet vezérlése saját vezérlőblokkról és irányszög szelektorról történik.

Mindkét fél készlet részére közös a szelekciós-rendszer, az elektromos balansz beállító blokk és az SzP–50 null ellenőrzés blokkja.

A berendezés jeleinek indikálása a kombinált repülőgép vezetési műszeren történik az első és másod-repülőgépvezető részére, míg a megfigyelő részére az USDB–2 műszeren.

A másod-repülőgépvezető le tudja kapcsolni a saját műszerét és kapcsolni tudja a „Mutatók” helyzete jobb oldali repülőgép-vezető – megfigyelő” kapcsolóval műszeres leszállásra a megfigyelőnek. Ekkor a fedélzeti megfigyelő műszerén ugyanazok a jelek kerülnek indikálásra, mint a másod-repülőgépvezető műszerén. Amikor a másod-repülőgépvezetőhöz van kapcsolva, akkor a megfigyelő műszerfalán kigyullad a „PSzP–48 műszer lekapcsolva” jelzőlámpa.

Amikor a berendezés a VOR rádió irányadóról működik, akkor az indikálás az alábbiak szerint történik:

- az USDB műszeren a VOR rádió irányadó oldalszögének jele (az „1” mutató az 1. számú fél készlettől, míg a „2” mutató a 2. számú fél készlettől kap jelet);
- a KPP műszeren megjelenik a megadott útvonaltól való eltérés és az irányszög készenlétének jele.

Amikor a berendezés ILS vagy SzP–70/50 leszállító rádió irányadókról működik, akkor a légi jármű vezetők KPPM műszerein a következő jelek indikálása történik:

- irányszög készenlét;
- siklópálya készenlét;
- eltérés az irányszög egyenlő jelek zónájától;
- eltérés a siklópálya egyenlő jelek zónájától.

Az első- és másod-repülőgépvezető KPPM műszereinek kapcsolása a berendezés rádióvevőjének kimenetére a rendszer szelektor „RSzBN–RSzBN/SzP–50–1–együttes–2” pultról az üzemmód kapcsoló valamelyik állásba történő kapcsolásával hajtható végre az alábbiak szerint:

- „RSzBN”. A repülőgép-vezetők KPPM műszerei az RSzBN–2Sz berendezés kimenő fokozatára kapcsolódnak;
- „RSzBN/SzP–50”. Az első-repülőgépvezető a KPPM műszer a navigációs üzemmódban működő RSzBN–2Sz kimenő fokozatára kapcsolódik. A másod-repülőgépvezető KPPM „KURSz–MP–2” berendezés 1. számú fél készlet irányszög és siklópálya kimenő fokozataira kapcsolódik ILS vagy SzP–50 üzemmódban. Amennyiben az 1. számú fél készlet irányszög- és siklópálya-csatorna meghibásodik, akkor automatikusan kapcsolódik a 2. számú fél készlet.

Főbb üzemmódjai:

- „1”. Mindkét repülőgép-vezető KPPM műszere az 1. számú fél készlet irányszög – és siklópálya fokozat kimenetére kapcsolódik (amennyiben meg van az 1. számú fél készlet készenléti jele). Amennyiben meghibásodik az 1. számú fél készlet irányszög- vagy siklópálya-csatorna, akkor bekapcsolódik a 2. számú fél készlet. Ekkor leszállás üzemmódban feltétlenül üzemképes és működik a 2. számú fél készlet.

Az 1. számú fél készlet üzemképességének visszaállítása után a műszerek ismét visszakapcsolódnak:

- „Együttes”. Az első-repülőgépvezető a KPPM műszer az 1. számú fél készlet kimenő fokozatára kapcsolódik, míg a másod-repülőgépvezető KPPM műszer 2. számú fél készletéhez. Ekkor, ha valamelyik fél készlet meghibásodik, nem kapcsolódik át automatikusan az üzemképes fél készletre;
- „2”. Mindkét repülőgép-vezető KPPM műszere a 2. számú fél készlet kimenetére kapcsolódik és nincs automatikus átkapcsolás az 1. számú fél készletre.

Ezzel egy időben, amikor az üzemmód kapcsolót valamelyik állásba kapcsoltuk, az első- és másod-repülőgépvezető jelzőlámpáira rájut az üzemmód jele és a pulton kigyullad a „VOR”, „ILS”, „SzP-50” vagy „RSzBN” jelzőlámpa.

A berendezés 1. és 2. fél készletei által vett VOR vagy ILS (SzP-70) hívójelek lehallgatása a repülőgép-vezetők fejhallgatójában az 1. számú és 2. számú fél készletek ARK-11 rádióiránytű által vett hívójele átkapcsolásával történik a felső kezelőpulton levő bal oldali (első-repülőgépvezető) és a jobb oldali (másod-repülőgépvezető) „KURSZ-MP-ARK-11-lehallgatás” kapcsolóval. Ekkor a repülőgép-vezetők SzPU berendezésén a kapcsolóknak az alábbi állásokban kell lenni:

- SzPU – rádió” kapcsoló – „Rádió” állásban;
- a rádióösszeköttetés kapcsolónak – RK1” állásban az 1. számú fél készlet által vett jelek lehallgatására, míg „RK2” állásban a 2. számú fél készlet által vett jelek lehallgatására (ARK-11 1. számú fél készlet ARK-11 2. számú fél készlet).

Az 1. számú és 2. számú fél készletek által vett jelek indikálása és lehallgatása az USDB műszeren és a megfigyelő rádiókészleten az 1. számú és 2. számú fél készlet ARK-11 rádióiránytű jeleinek átkapcsolásával történik, a kettős „Indikálás, Lehallgatás” kapcsolóval, „1.számú KURSZ-MP-1 számú ARK-11” és „Indikálás, lehallgatás” vagy „2.számú KURSZ-MP-2 számú ARK-11” állásokban. Ekkor, hogy a fejhallgatóban a hívójeleket hallani lehessen, a megfigyelőnek az SzPU kapcsolóit ugyanolyan állásba kell kapcsolni, mint a repülőgép-vezetőknek.

Az 1.számú és 2.számú fél készletek marker vevői biztosítják a hang- (az elektromos csengő és a fejhallgatókban) és fényjelzést (a műszerfalon levő „Marker” jelzőlámpa), a marker adó átrepülésének pillanatában. Ekkor az 1.számú fél készlet a repülőgépparancsnok, míg a 2.számú fél készlet a másod-repülőgépvezető részére fog jelzést adni.

A repülőgép-vezetők fejhallgatójában hallható jelet nem befolyásolja károsan az, hogy az SzPU kapcsolói milyen állásba vannak kapcsolva. A jelzés hallható a külső középső vonal és belső marker irányadók átrepülésekor is és kigyullad a megfelelő Marker kék, sárga, fehér jelzőlámpa. Működik az elektromos csengő- és a repülőgép-vezetők fejhallgatójában 400, 1300 és 3000 Hz-es hangjel hallgató.

Amikor a berendezés „SzP-50” üzemmódban működik, csak a fehér színű „Marker” jelzőlámpa gyullad ki. Ekkor a hangjelzés a külső marker rádió irányadó átrepülésének pillanatában egy vonássorozat lesz, (Morse) míg a belső marker átrepülésének pillanatában egy pontsorozat.

Itt kell megemlítenem egy interferencia jelenséget is: amikor az URH rádióállomás üzemi frekvenciája egybeesik a berendezés irányszög csatornájának üzemi frekvenciájával, az URH rádióállomás kisugárzott energiája hatással van a berendezés működésére a következő szelektív hangolási sávban:

- VOR üzemmódban $\pm 1,8$ MHz;
- SzP-50 üzemmódban $\pm 0,8$ MHz;
- ILS üzemmódban $\pm 0,6$ MHz.

Az ultrarövid hullámú rádióadó és az irányszög rádióvevő működésekor a többszörös vagy közel a többszörös frekvenciákon ($\Delta f \leq 20$ kHz) előfordulhat a rendellenes működést jelző blenkerek működése és az irányszög-mutatók remegése.

SzD-67 repülőgép távolságmérő

Az SzD-67 repülőgép távolságmérő rendeltetése a DME rendszer földi válaszadó-rádióirányító állomásaival való együttműködés a nemzetközi légi útvonalakon történő repüléskor. A távolságmérő a repülőgép és az önműködő válaszadó-rádióirányító állomás ferde távolságának légvonalban történő meghatározására szolgál. Az adóállomás felett a légi jármű tényleges magasságát jelzi ki.

SzOM-64 repülőgép fedélzeti válaszadó

Az SzOM-64 válaszadó a légiforgalmi irányítás másodlagos radarberendezéseinek légtérellenőrző rendszerében működik és automatikus információt biztosít a repülőgép számáról és a repülés magasságáról.

A repülési magasság adatait a válaszadóra az UVID-30-15K magasságmérő biztosítja.

A válaszadó két fő üzemmódban működik:

- „UVD” – a Szovjetunió repülővonalain (légi folyosókon) történő repüléseknél;

— „RBS” – a nemzetközi vonalakon (légi folyosókon) történő repüléseknél. Ez az üzemmód interoperabilis az IFF MODE „A”, és MODE „C” üzemmódokkal.²

MSZRP-12-96 adatrögzítő készülék

Az MSZRP-12-96 rendszer a repülés üzemmódjait, valamint a hajtóművek és a repülőgép rendszereinek működését jellemző adatok mágneses szalagra történő rögzítésére és a repülőgép balesete esetén a lejegyzett információk megőrzésére szolgál.

Az adatok rögzítése ferromágneses szalagra történik, amely a szalagfeszítő mechanizmus speciális kazettáira van feltekercselve. A felvételek feldolgozása földi kódoló berendezéssel történik.

A szalagfeszítő mechanizmus bekapcsolása létrejön:

- a „Gurulás – Felszállás – Leszállás „kapcsoló „Felszállás – Leszállás” helyzetbe történő kapcsolásakor;
- a sebességjelzőtől, amikor felszállás közben a repülőgép eléri a 70 ± 50 km/h sebességet;
- a véghelyzet-kapcsolóról, amikor az orrfutó elválik a felszálló mezőtől.

A szalagfeszítő szerkezet kikapcsolása akkor megy végbe, amikor a bekapcsolás minden jele megszűnik:

- a véghelyzet kapcsolóról jövő jel, amikor az orrfutó talajt ér leszálláskor;
- a sebességjelzőtől jövő jel, amikor a kifutás sebessége 70 ± 50 km/h alá csökken.

A rendszer ellenőrzését, bemelegítését és repülés közbeni ellenőrzését a másod-repülőgépvezető végzi.

MSz-61B fedélzeti magnetofon

Az MSz-61B fedélzeti magnetofon a külső összeköttetés levelezéseinek és a belső fedélzeti telefonon folytatott beszélgetéseknek a gépparancsnok telefonjáról történő felvételére és egyben felhasználható a gépparancsnok gégemikrofonjáról történő különálló felvételek készítésére is.

A folyamatos mágneses jelfrögzítés 5,5 óra időtartammal mágneses hanghuzalra történik.

A felvételt készítő berendezés speciális páncélburkolatban van elhelyezve, hogy a repülőgép balesete során védve legyen a mechanikus ütdésektől és a magas hőmérsékletektől

² Tóth János: Rádió és elektronikus navigáció.

Ipari nagyjavítás utáni állapot

A legutóbb (2001-2002-ben, Ukrajnában) végrehajtott nagyjavítás során semmilyen új navigációs eszköz beépítésére nem került sor, leszámítva, hogy a másod repülőgép-vezető méteres osztású magasságmérőjének a helyére „feet”-es kalibrálású műszert szereltek.

Emiatt az első tiszt műszerfaláról az oldalsó műszerfalra került a légkondicionáló rendszer hőmérsékletét jelző műszer, ami logikus lépés volt ugyan, de ezzel szemben kifejezetten zavaró a légi jármű hajózó szakszemélyzetének, hogy a szarvkormány rúdja alá számúzték a méteres skálaosztású magasságmérő műszert.

A nagyjavítást megrendelő azt a (minimális) célkitűzést sem volt hajlandó elfogadni, — annak ellenére, hogy lehetséges lett volna — hogy a volt Szovjetunió '80-as '90-es években kifejlesztett és bevált navigációs műszereit az AN-26 típusú közepes szállító repülőgépekbe beépítsék.

Ezáltal elmaradt a giroindukciós iránytű (GIK-1) cseréje TKSz-P2 típusú berendezésre, mely berendezés az ICAO - szabványoknak teljesen megfelelő TU-154 N2 repülőgépek irányszög rendszere. Ezen berendezés komplexumok további előnye (lett volna), hogy a fedélzeten a már meglévő NI-50BMK navigációs indikátorral összekapcsolva képes útvonalrepülésre, jelentősen megkönnyítve a parancsnok, az első tiszt, a fedélzeti megfigyelő munkáját.

Fontos megemlítenem, hogy elmaradt a föld feletti sebesség és széleltérítési szög mérésére alkalmas Doppler-rendszerű berendezés beépítése, valamint ugyanez írható le a légi járművek összeütközését meggátoló rendszerről is.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] RE/1617 Az AN-26 típusú repülőgép légi üzemeltetési szakutasítása.
- [2] Tóth János: Rádió és elektronikus navigáció.

SZOJKA–III OLDALIRÁNYÚ MOZGÁS SZABÁLYZÓINAK ELŐZETES TERVEZÉSE PÓLUS ÁTHELYEZÉS MÓDSZERÉVEL

A cikkben a Szojka–III pilótánélküli repülőgép — [8] szakirodalomból ismert repülésmechanikai matematikai modelljei alapján, a [3] cikkben publikált számítógépes előzetes tervezéssel meghatározott repülésszabályozó rendszer működési problémáinak megoldására — a pólus áthelyezés tervezési módszerrel meghatározott zárt szabályozó tervezést és az analízis eredményeit mutatom be.

BEVEZETÉS

Modern szabályozástechnikában a szabályozók tervezésére ismert számos módszer, amelyek lehetővé teszik azok előzetes tervezését. A megtervezett szabályozó lehet optimális, vagy nem optimális. A szakirodalom [pl.: 1, 2, 4] ajánl olyan kritériumokat, amelyek — a követelmények kompromisszumát figyelembe véve — a gyakorlatban is eredményesen alkalmazhatók. Ezek a szabályozási kör optimális működésének lineáris integrálkritériumai. Közös jellemzőjük, hogy optimálisnak azt a dinamikus szabályozási folyamatot jelölik meg, amelyre nézve egy bizonyos, általunk célszerűen választott integrál funkcionál (célfüggvény, működési index) szélső értéket ér el [1, 10, 11]. Ha a tervezés során a célfüggvényt minimálni kell, akkor a kiválasztott célfüggvényt költségfüggvénynek (költségfunkcionálnak) nevezzük. Egy meghatározott állapotváltozás elérése minimális anyag, energia, üzemanyag fogyasztás vagy költség ráfordításával történik, tehát a rendszer olyan irányítása, amelyben az állapotváltozóknak és az előírt időfüggvényeknek az eltéréséből képzett egyszerű, vagy súlyozott négyzetes időintegrál minimális. Ilyen például a repülőgépek kormányzása minimális üzemanyag felhasználásával, vagy a szabályozók minőségi követelményeinek (kis túllendülés, rövid szabályozási idő, kis lengés szám, stb.) teljesítése. Ha a célfüggvényt maximálni szükséges, akkor haszonfüggvénynek (haszonfunkcionálnak) nevezzük [6, 11].

A pilóta nélküli repülőgépek robotpilótaival szemben támasztott elsődleges és alapvető követelmény a funkcionális stabilitás. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a robotpilóta előzetes tervezése során első lépésben folytonos-folyamatos

működésű rendszert terveznek, amely nem feltétlenül optimális működésű. A [3] cikkben LQR optimális szabályozó tervezési módszerrel tervezett oldalirányú szabályozó pólusainak áthelyezése a szabályozó lassú működése miatt indokolt. A gyakorlatban a zárt szabályozási rendszerek számára olyan szabályozót igyekeznek tervezni, amely biztosítja a domináns póluspár hatásának érvényesülését. Ennek megfelelően célszerű olyan szabályozó tervezési módszert választani, vagy a korábban alkalmazottat olyanra módosítani, amely lehetővé teszi a szabályozó minimális lépésben történő megtervezését. A pólus áthelyezés módszere segítségével megtervezett szabályozó ugyan nem lesz optimális, de egyszerűsége folytán — a gyakorlatban — könnyen és gyorsan alkalmazható.

A Szojka–III pilótanélküli repülőgép alapvetően kis magasságon, alacsony repülési sebességgel végrehajtott távirányított repüléseket végez. A repülőgép méreteit, tehetlenségi nyomatókát, a statikus stabilitási tényezőket, valamint a dinamikus modellek állapotegyenleteit az [8] szakirodalom tartalmazza. Az analíziseket az 1. táblázat szerinti repülési üzemmódokon végeztem el.

A Szojka–III repülőgép vizsgált repülési üzemmódjai 1 táblázat

	Oldalirányú mozgás				
	Repülési üzemmódok				
	1.	2.	3.	4.	5.
Repülési sebesség, $[km/h]$	110	130	150	170	190
Repülési magasság	$H = 400 \text{ m}$				
Felszálló tömeg	$m = 135 \text{ kg}$				

A Szojka–III dinamikája (1) alakban a [8] irodalom alapján adott.

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu}; \mathbf{y} = \mathbf{Cx} + \mathbf{Du} \quad (1)$$

A repülőgép mozgásának vizsgált állapotvektorai oldalirányú mozgás esetén a következő alakban adható meg:

$$\mathbf{x}_o^T = [\omega_x \quad \gamma] \quad (2)$$

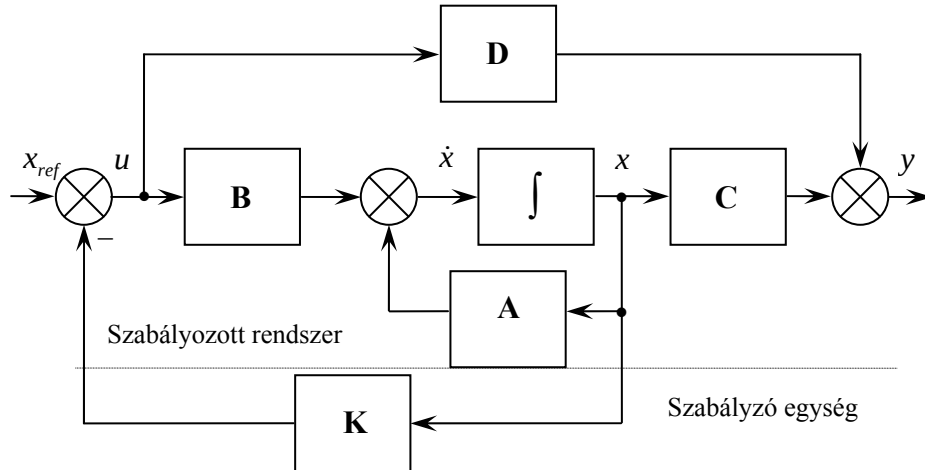
A repülőgép oldalirányú mozgása a csűrőlapok segítségével befolyásolható, a kitérésekkel arányos jelek, mint bemeneti paraméterek értelmezhetők:

$$\mathbf{u}_o = [\delta_{KR}] \quad (3)$$

Az optimális vezérlési törvény $x_{ref.} = 0$, és $\mathbf{D} = 0$ esetén:

$$\mathbf{u}_{opt}(t) = -\mathbf{K}\mathbf{x}(t) \quad (4)$$

alakú, és a szabályozási rendszer a 1. ábrán látható. A (4) egyenletben a $\mathbf{K}$ az állapot-visszacsatolási mátrix [5, 12].



1. ábra A teljes állapot-visszacsatolású szabályozási rendszer

A REPÜLÉSSZABÁLYOZÓ ELŐZETES TERVEZÉSE PÓLUS ÁTHELYEZÉS MÓDSZERÉVEL

A korszerű, állapottér tervezési módszerek közé tartozik a pólus áthelyezés módszer. A nyitott szabályozási rendszer (1) alakban adott $\mathbf{A}$ vezérlési törvény (4) alakú, vagyis a pillanatnyi állapotot az irányítójel határozza meg.

A módszer lényege egy olyan szabályozó tervezése, ami biztosítja, a zárt rendszer előírt működési tartományán belüli stabilis működést. A vezérlési törvény zérusértékű referencia jel ($x_{ref} = 0$) esetén $\mathbf{u} = -\mathbf{K}\mathbf{x}$ alakú, vagyis a pillanatnyi állapotot az irányítójel határozza meg. A $\mathbf{K}$ állapot-visszacsatolási mátrix megválasztásával biztosíthatjuk, hogy a zárt rendszer pólusai a komplex sík (s tartomány) bal oldalán legyenek.

A vezérlési törvényt (4) behelyettesítve a (1) egyenletbe kapjuk a zárt rendszer állapotegyenletét:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = (\mathbf{A} - \mathbf{BK})\mathbf{x}(t) \quad (5)$$

Legyen $\tilde{\mathbf{A}} = \mathbf{A} - \mathbf{BK}$, akkor a karakterisztikus egyenlet:

$$\begin{aligned}\Phi_s = |s\mathbf{I} - \tilde{\mathbf{A}}| &= (s - s_1) \cdot (s - s_2) \cdot (s - s_3) \cdot \dots \cdot (s - s_n) = \\ &= s^n + \alpha_1 s^{n-1} + \dots + \alpha_{n-1} s + \alpha_n = 0\end{aligned}\quad (6)$$

és

$$\Phi(\mathbf{A}) = \mathbf{A}^n + \alpha_1 \mathbf{A}^{n-1} + \dots + \alpha_{n-1} \mathbf{A} + \alpha_n \mathbf{I} \quad (7)$$

A Cayley-Hamilton tétel alapján egy n -ed rendű kvadratikus mátrix $m \geq n$ hatványa kifejezhető a $k < n$ hatványok lineáris kombinációjaként [7]:

$$\Phi(\tilde{\mathbf{A}}) = \tilde{\mathbf{A}}^n + \alpha_1 \tilde{\mathbf{A}}^{n-1} + \dots + \alpha_{n-1} \tilde{\mathbf{A}} + \alpha_n \mathbf{I} = 0 \quad (8)$$

$n = 3$ közelítést alkalmazva:

$$\begin{aligned}\Phi(\tilde{\mathbf{A}}) &= \Phi(\mathbf{A}) - \alpha_2 \mathbf{B}\mathbf{K} - \alpha_1 \mathbf{B}\mathbf{K}\tilde{\mathbf{A}} - \mathbf{B}\mathbf{K}\tilde{\mathbf{A}}^2 - \alpha_1 \mathbf{A}\mathbf{B}\mathbf{K} - \mathbf{A}\mathbf{B}\mathbf{K}\tilde{\mathbf{A}} - \mathbf{A}^2 \mathbf{B}\mathbf{K} \\ \Phi(\tilde{\mathbf{A}}) &= 0\end{aligned}\quad (9)$$

így:

$$\Phi(\mathbf{A}) = \mathbf{B}(\alpha_2 \mathbf{K} + \alpha_1 \mathbf{K}\tilde{\mathbf{A}} + \mathbf{K}\tilde{\mathbf{A}}^2) + \mathbf{A}\mathbf{B}(\alpha_1 \mathbf{K} + \mathbf{K}\tilde{\mathbf{A}}) + \mathbf{A}^2 \mathbf{B}\mathbf{K} \quad (10)$$

A (14) egyenletből kifejezhető a $\mathbf{K}$ állapot-visszacsatolási mátrix:

$$\mathbf{K} = [0 \ 0 \ 1] \cdot [\mathbf{B} \ \mathbf{A}\mathbf{B} \ \mathbf{A}^2 \mathbf{B}]^{-1} \cdot \Phi(\mathbf{A}) \quad (11)$$

Tetszőlegesen választott n esetén a $\mathbf{K}$ állapot-visszacsatolási mátrix [7, 9]:

$$\mathbf{K} = [0 \ 0 \ \dots \ 0 \ 1] \cdot [\mathbf{B} \ \mathbf{A}\mathbf{B} \ \dots \ \mathbf{A}^{n-1} \mathbf{B}]^{-1} \cdot \Phi(\mathbf{A}) \quad (12)$$

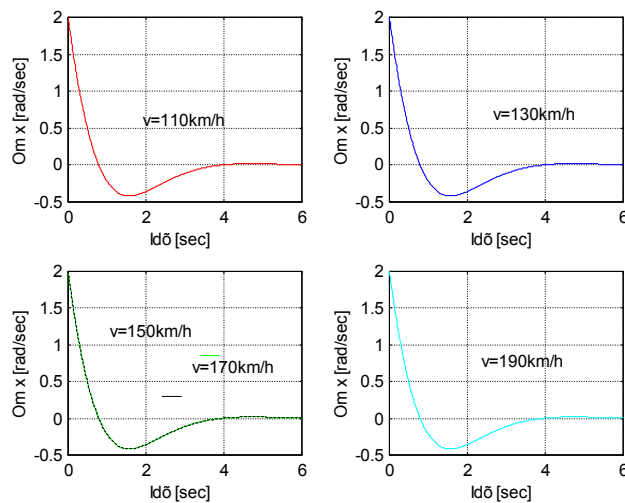
A Szojka–III pilóta nélküli repülőgép oldalirányú mozgás szabályzóinak előzetes tervezésekor az új pólusok helyét a komplex síkon a $p = (-1 \pm j)$ pontokban határozzuk meg. A választott pólus biztosítja, hogy a rendszer átmeneti függvényei előjelváltó lengéssel ériék el állandósult állapotukat. A választott pólushoz tartozó minőségi jellemzők (csillapítási tényező, tranziens idő stb.) a [2] irodalomban található módon előre kiszámíthatók. A választott pólushoz tartozó minőségi jellemzők teljesítik a 2. táblázatban található minőségi követelményeket és biztosítják az átviteli függvények elvárt jellegű (előjelváltó lengéses) időbeli lefolyását.

Oldalirányú mozgás		
Bedöntési szög stabilizálás csillapítási tényezője		$0,6 \leq \xi < 1,2$
Bedöntési szögstabilizálás pontossága (statikus hiba)	Turbulencia mentes légkör esetén	$\pm 1^\circ$
	Turbulencia esetén	$\pm 10^\circ$
Írányszög-stabilizálás pontossága (statikus hiba)	Turbulencia mentes légkör esetén	$\pm 0,5^\circ$
	Turbulencia esetén	$\pm 5^\circ$
Erősítési tartalék		$> 8\text{dB}$
Fázis tartalék		$> 60^\circ$

A hangolt rendszer állapot-visszacsatolási mátrixai a következők lettek:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{K}_{o1p} &= [0,0556 \quad -0,0772]; \\
 \mathbf{K}_{o2p} &= [0,0571 \quad -0,0552]; \\
 \mathbf{K}_{o3p} &= [0,0559 \quad -0,0415]; \\
 \mathbf{K}_{o4p} &= [0,0536 \quad -0,0323]; \\
 \mathbf{K}_{o5p} &= [0,051 \quad -0,0259]
 \end{aligned} \tag{13}$$

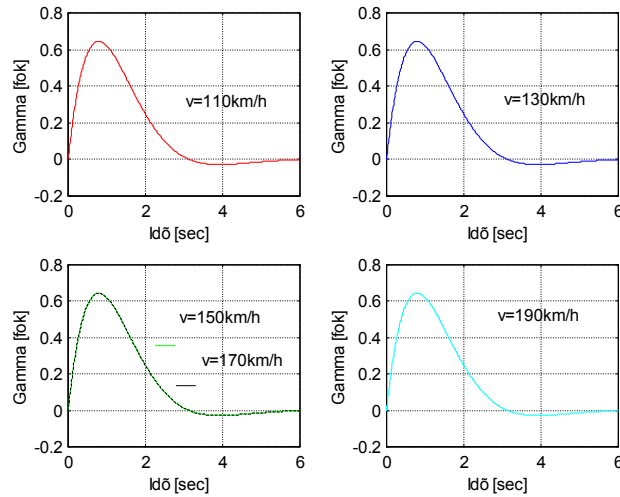
A 2. ábrán látható, hogy a súlyfüggvények a sebességtől függetlenül együtt futnak. Egy előjelváltó lengés után nulla értéket vesznek fel, a tranziens idő $t_{tr} \cong 3 \text{ sec}$.



2. ábra. Az orsózó szögsebesség súlyfüggvényei

Az ábra alapján elmondható, hogy az orsózó szögsebesség súlyfüggvény értékei a vizsgált üzemmódokon sebességtől függetlenül együtt futnak, a tranziens idő $t_{tr} \cong 2,7 \text{ sec}$.

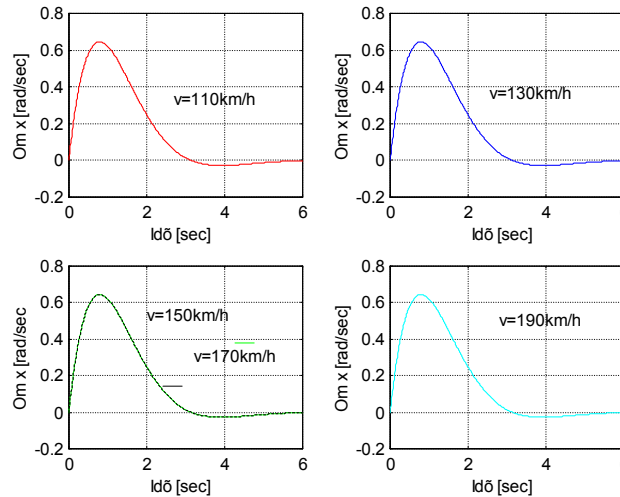
A 3. ábra alapján elmondható, hogy a bedöntési szög súlyfüggvény értékei a vizsgált üzemmódokon sebességtől függetlenül egybeesnek, a tranziens idő $t_{tr} \cong 2,8 \text{ sec}$.



3. ábra. A bedöntési szög súlyfüggvényei

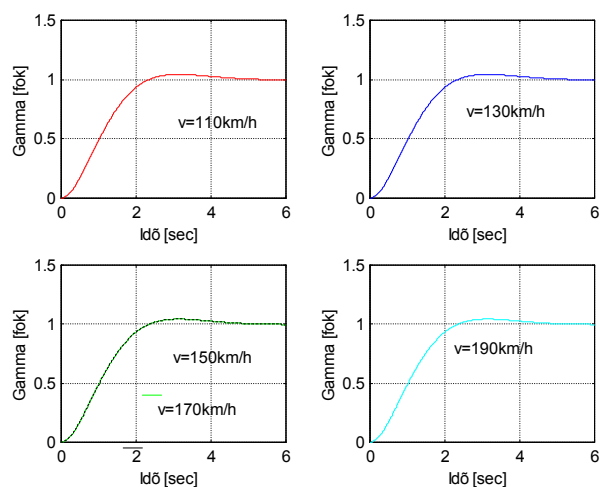
A súlyfüggvények egy előjelváltó lengés után érik el állandósult értéküket. A 2. és a 3. ábráról egyértelműen megállapítható, hogy a vizsgált oldalirányú állapotváltozók stabil működésűek.

Az orsózó szögsebesség átmeneti függvények időbeli lefolyása a 4. ábrán látható.



4. ábra. Az orsózó szögsebesség átmeneti függvényei

Az 5. ábrán látható, hogy a bedöntési szög átmeneti függvényei $t_{tr} < 2,1 \text{ sec}$ idő elteltével (sebességtől függetlenül) érik el állandósult értéküket ($\gamma(\infty) = 1$).



5. ábra. A bedöntési szög átmeneti függvényei

A 3. táblázatból látható, hogy a függvények sajátértékei az előre meghatározott értéket vették fel minden üzemmódon. A 2. – 5. ábrák alapján elmondható, hogy a komplex konjugált gyökpárok dinamikája határozta meg a válaszfüggvények tranziens folyamatainak időbeli lefolyását.

Oldalirányú mozgás minőségi jellemzői, pólus áthelyezés módszer

3. táblázat

Sajátérték (λ)	Csillapítási tényező (ξ)		Sajátlengések körfrekvenciája (ω) [rad/sec]
	Valós érték	Előírt érték	
1. üzemmód: v=110 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-1±i	0,707	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	1,41
2. üzemmód: v=130 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-1±i	0,707	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	1,41
3. üzemmód: v=150 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-1±i	0,707	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	1,41
4. üzemmód: v=170 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-1±i	0,707	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	1,41
5. üzemmód: v=190 km/h, H=400 m, m=135 kg			
-1±i	0,707	$0,6 \leq \xi \leq 1,2$	1,41

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálatok eredményeként elmondható, hogy:

- a pólus áthelyezés módszer alkalmazásának eredményeképpen meghatározott $\mathbf{K}_{olp} - \mathbf{K}_{o5p}$ állapot-visszacsatolási mátrixok biztosítják az előírt irányítástechnikai követelményrendszernek való megfelelést.
- a pólus áthelyezés módszere segítségével megtervezett szabályozó ugyan nem optimális, de egyszerűsége folytán — a gyakorlatban — könnyen és gyorsan alkalmazható.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Csáki F.: Szabályozások dinamikája, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974.
- [2] Csáki, F. – Bars R. Automatika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1972.
- [3] Szegedi P.: A SZOJKA-III pilóta nélküli repülőgép repülésszabályozójának tervezése LQR módszerrel, Repüléstudományi Közlemények, 2005. (megjelenés alatt).
- [4] Kuo, B. C. Önműködő szabályozó rendszerek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.
- [5] McLean, D.: Automatic Flight Control Systems, Prentice Hall, International Ltd, 1990.
- [6] Szabolcsi, R. Szabályozási rendszerek optimális méretezése négyzetes integrálkritériummal, Haditechnika, 1996/3, (2–4), 1996.
- [7] Ogata, K. Modern Control Engineering, Prentice–Hall International Ltd., 1990.
- [8] SZOJKA-III/TV kooperációs fejlesztés tudományos technikai adatai, IV. fejezet, Zelong Instr., Brno, 1993.
- [9] Ogata, K. Designing Linear Control Systems with MATLAB®, Prentice–Hall, International Inc., 1994.
- [10] Tuschák, R. Szabályozástechnika 5. Füzet. Optimális irányítási rendszerek, kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1988.
- [11] Tuschák, R. Szabályozástechnika, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1994.
- [12] Hangos, K. – Bokor, J. – Szederkényi, G. Computer controlled systems, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2002.

REZÜMÉ

Hadnagy Imre József

Alapfokú repülőtiszt-képzés a Honvéd Kossuth akadémián (1947–49)

A cikk bemutatja az 1947. október 01-én megalakult Honvéd Kossuth Akadémiát, amely olyan tiszti és tiszthelyettesi kar kiképzését tűzte ki célul, amely 1848 haladó szellemében hű őre és védelmezője a magyar demokráciának”. Ebben az intézményben tanultak azok a repülőtiszt jelöltek is, akik később a demokratikus haderő légierejének vezető beosztású tisztjei, parancsnokai lettek.

Berkovics Gábor–Krajnc Zoltán–Palik Mátyás

A román katonai repülés első évtizedei (1911–1940)

A cikk rövid bepillantást nyújt az olvasó számára a román katonai repülés kezdeti — első három — évtizedébe, az 1911-es évektől 1940-ig tartó időszakban. Ismerteti annak kialakítására tett első lépéseket, az I. világháborúra történő igen tudatos felkészülés időszakát, majd annak befejezését követő problémákat, a gazdasági válságot követő intenzív fejlesztések időszakát, valamint II. világháborút közvetlenül megelőző időszakot. A szerzők a történelmi események bemutatását a légierő szervezetei-, és technikai eszközei minőségi- és mennyiségi mutatóinak ismertetésével támasztják alá hitelesen.

Hadnagy Imre József

Repülő hadműveleti és harcászati képzés a Honvéd akadémián, majd a jogutódjánál a Zrínyi Miklós katonai akadémián (1950–1957)

1949. 06. 07-én döntés született a tiszti alapképzés fegyvernemenként történő végrehajtására, és megkezdődött a fegyvernemi tisztiiskolák felállítása. Ettől az időponttól kezdődően a repülőcsapatok műszaki tisztjeit Budaörsön a Honvéd Vasvári Pál Repülő Szakkiképző Tiszti Iskolán, a repülő-hajózó, a megfigyelő, és más földi beosztások tisztjeit Szolnokon a Honvéd Kilián György Repülő Hajózó Tiszti Iskolán képezték. A magasabb képesítésű repülő-tisztek hazai képzése előbb (1947–49) a Honvéd Hadi Akadémián később 1950-től a Honvéd Akadémián folyt. A légierő, a légi közlekedés, a repülő-ipar repülő-műszaki mérnökeinek képzését a Budapesti Műszaki Egyetemen végezték. (Ezen kívül

számos tiszt a Szovjetunióban is folytatott tanulmányokat és szerzett mérnöki diplomát, illetve magasabb parancsnoki képesítést.)

A honvédelmi miniszter — 39/1950. HM (HK. 6.) sz. — parancsa, valamint a vezérkari főnök — 03424 HVK. Hdm. Tö. Kik. O. 1950. sz. — rendelete 1950. 10. 01-i hatállyal a magasabb katonai képzés végrehajtására a Honvéd Akadémia felállítását rendelte el.

Szegedi Péter

A Szojka–III nemirányított repülőgép analízise

A cikkben a Szojka–III pilótánélküli repülőgép — [5] szakirodalomból rendelkezésre álló repülésmechanikai matematikai modelljei idő- és frekvencia tartománybeli vizsgálatainak eredményeit mutatja be a szerző. A vizsgálatokat állandó tömegű ($m=135$ kg), állandó magasságon (400 m), 110, 130, 150, 170, 190 km/h sebességgel repülő repülőgépre terjesztette ki, és MATLAB® környezetben futtatott, előre megírt program segítségével végezte.

Füleky András

A sugárhajtóművek környezeti terhelése

A cikk a gázturbinás sugárhajtóművek környezetre gyakorolt hatását elemzi. A sugárhajtómű fejlődését röviden áttekintve megismerhetjük a jelen fejlesztések irányvonalát, a környezeti terhelésre vonatkozó különböző szabályzókat, és azt a szemléletváltást, amely a legutóbbi időszakot jellemzi. A cikk rámutat arra is, hogy a sugárhajtóművek optimalizált üzemeltetése és üzemeltetése, valamint a repülési eljárások célszerű megválasztása milyen hatással van a környezetet terhelő zajra és kémiai emisszióra.

Szegedi Péter

A Szojka–III pilóta nélküli repülőgép repülésszabályozójának tervezése LQR módszerrel

A cikkben a Szojka–III pilótánélküli repülőgép [7] szakirodalomból rendelkezésre álló repülésmechanikai matematikai modelljeit felhasználva a négyzetes integrálkritérium (LQR) módszer alkalmazásával — a [10] cikkben publikált stabilitási problémák megoldására, valamint az [14, 15, 16] irodalomban előírt irányítástechnikai minőségi követelmények biztosítására — teljes állapot-visszacsatolású zárt szabályozási rendszer megtervezésének eredményét mutatom be. A vizsgálatokat állandó tömegű ($m=135$ kg), állandó magasságon (400 m), 110, 130, 150, 170, 190 km/h sebességgel repülő repülőgépre terjesztettem ki, és MATLAB® környezetben futtatott, előre megírt

program segítségével végeztem A repülőgép biztonságos légi üzemeltetéséhez szükséges egy repülésszabályozó rendszer, ami biztosítja a repülőgép stabilitását. A stabilitást biztosító robotpilótát úgy kell megtervezni, hogy az eleget tegyen a tervezés során előírt irányítástechnikai minőségi követelményeknek is.

Urbán István

A Magyar Honvédség légi járműveinek navigációs berendezései

Napjainkban a léginavigáció szerepe felértékelődött mind a MOOTW feladatok, mind a nem hadműveleti területeken végrehajtott repülési feladatok során. A Magyar Honvédség széles körű szerepet vállal a NATO és ENSZ missziókban. Ezért az MH repülőgépeinek és helikopterinek fedélzeti navigációs és kommunikációs berendezéseinek vizsgálatát tűztem célul magam elé, mely tanulmány első részét tarthatja kezében ezzel a cikkel a kedves olvasó.

Szegedi Péter

SZOJKA–III oldalirányú mozgás szabályzóinak előzetes tervezése pólus áthelyezés módszerével

A cikkben a Szojka–III pilótánélküli repülőgép — szakirodalomból ismert repülésmechanikai matematikai modelljei alapján, „A Szojka-III pilóta nélküli repülőgép repülésszabályozójának tervezése LQR módszerrel” című cikkben publikált számítógépes előzetes tervezéssel meghatározott repülésszabályozó rendszer működési problémáinak megoldására — a pólus áthelyezés tervezési módszerrel meghatározott zárt szabályozó tervezést és az analízis eredményeit mutatom be.

SZERZŐK

Dr. Hadnagy Imre József

nyá. alezredes

Dr. Berkovics Gábor

mk. alezredes

Dr. Krajnc Zoltán

mk. alezredes

Palik Mátyás

őrnagy

Fülek András

okl. mk. százados

Dr. Szegedi Péter

okl. mk. őrnagy

Urbán István

őrnagy

egyetemi docens, ZMNE Kossuth Lajos Hadtudományi Kar, Légierő műveleti tanszék, Légierő hadművelet elmélet és harcászat szakcsoport

egyetemi adjunktus, ZMNE Kossuth Lajos Hadtudományi Kar, Légierő műveleti tanszék, Légierő hadművelet elmélet és harcászat szakcsoport

egyetemi adjunktus, ZMNE Kossuth Lajos Hadtudományi Kar, Légierő műveleti tanszék, Repülő szakcsoport, tanszékvezető helyettes

MH Haditechnikai Ellátó Központ, doktorandusz

egyetemi docens, ZMNE Bolyai János Katonai Műszaki Kar Repülőműszaki Intézet Fedélzeti rendszerek Szakcsoport, intézetigazgató helyettes

egyetemi adjunktus, ZMNE Kossuth Lajos Hadtudományi Kar, Légierő műveleti tanszék, Repülő szakcsoport