

MAGYAR HONVÉDSÉG  
SZOLNOKI  
REPÜLŐTISZTI FŐISKOLA

---



*REPÜLÉSTUDOMÁNYI  
ÉS  
KIKÉPZÉSI  
KÖZLEMÉNYEK*

*(TUDOMÁNYOS KIKÉPZÉSI  
KÖZLEMÉNYEK)*

REPÜLÉSTUDOMÁNYI ÉS KIKÉPZÉSI  
KÖZLEMÉNYEK

A Magyar Honvédség  
Szolnoki Repülőtiszti Főiskola  
belső terjesztésű időszakos folyóirata

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

Elnök: Békési László mk. ezredes  
Főszerkesztő: Óvári Gyula mk. alezredes

TAGJAI:

dr. Lantos Éva főisk. tanár  
Mikola István őrnagy  
Ribárszki István alezredes  
Svehlik János mk. alezredes  
Szekeres Bálint főisk. adjunktus  
Szilágyi Sándor ka.  
Szurmay Zoltán szds.  
Verdes István alezredes  
Gépelés, szövegszerkesztés: Dömök Jánosné ka.

FELELŐS KIADÓ:

Nagy Szilveszter mk. vezérőrnagy

KÉSZÜLT:

A Szolnoki Repülőtiszti Főiskola házi nyomdájában

# TARTALOM

|                                                                                                                                                                      | Oldal |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Dr. Kémeth Miklós:</i> Fogalomtisztázás .....                                                                                                                     | 2     |
| <i>Gulyás György - Kiss Gyula:</i> A hallgatók tanórán kívüli elfoglaltsága az 1994. januártól ápriliséig terjedő időszakban .....                                   | 6     |
| Nyugati piacokra szánt orosz helikopterek (fordítás) .                                                                                                               | 8     |
| <i>Dr. Pohorádi László:</i> A Markov-folyamatok elméletének alkalmazása a repülőgépek üzemeltetési folyamatainak vizsgálatára .....                                  | 18    |
| <i>Szabolcsi Róbert:</i> Fizikai alap nélküli navigációs rendszerek .....                                                                                            | 35    |
| Fedélzeti berendezések az éjszakai, valamint a bonyolult időjárási viszonyok közötti harc megvívásához (fordítás) .....                                              | 53    |
| <i>Stephane Perraud:</i> A Tours-i "Christian Martell" vadászrepülő-iskola (fordítás) .....                                                                          | 74    |
| <i>Dr. Szabó László:</i> A személyi számítógép alkalmazásának tapasztalatai a szakalapozó tantárgyak tanításában, a Repülő sárkány-hajtómű tanszéken III. rész ..... | 81    |
| <i>Dr. Ujváry András:</i> A gondolatától a megvalósulásig, avagy a semlegesség kialakulásának folyamata III. rész                                                    | 97    |



MAGYAR HADTUDOMÁNYI TÁRSASÁG  
Légvédelmi-és Repülő Szakosztály  
Repüléstudományi Szekció  
S z o l n o k

M E G H Í V Ó

Szekciónk - az éves tervünknek megfelelően - 1994. június 11-én (szombaton) 10.00-tól a MH Szolnoki Repülőtiszti Főiskola 0101.sz. előadótermében

OBJEKTÍV KONTROLL ÉS A REPÜLÉS  
BIZTONSÁGA

címmel konferenciát rendez, melyre tisztelettel meghívjuk.  
A megtartásra kerülő előadások:

- Dr.Tóth Mihály: Fedélzeti adatrögzítő és földi adatfeldolgozó rendszerek fejlődése, korszerű hazai és nyugati megoldásai
- Czövek László: Speciális adatrögzítők felhasználása légi üzemeltetés során
- Dr.Peták György: Repülő események kivizsgálásának módszertana és hatása a repülés biztonságára
- Óvári Gyula: Katonai repülőszerkezeteken alkalmazott konstrukciós megoldások a hajózó személyzet katasztrófa-védelmében (tartalék téma)

Az előadásokat követően konzultációra is lehetőség van.  
Megjelenésére feltétlenül számítunk, tisztelettel a

Szolnok, 1994. május 15.

Szekció vezetősége



dr.Németh Miklós ezredes  
tanszékvezető, főiskolai tanár

## Fogalomtisztázás (?)

A kérdőjel a cím után a reményt fejezi ki, mivel az írásom, - nagy valószínűséggel - csak óhaj marad.

Miről is van szó? Nos, napjainkban, amikor a nagy változások korát éljük, amikor a honvédelem és a hozzá kapcsolódó fogalomkörnyezet is átalakulóban van, érthetetlen módon egy sor területen állóvízként viselkednek egyes meghatározások, amelyek pedig nem a rendszerváltozással egyidőben, hanem már sok-sok évtizede elavultak. E megállapításomat utoljára hat éve tettem közzé, - eredménytelenül. Teszem most újra, mivel újabb generációk tanulnak főiskolánkon és talán a felnövekvő új nemzedék fogékony lesz a problémára.

A fogalmak természetesen a repülés, a katonai repülés és annak szervezeti és tevékenységi hátteréből kerülnek ki.

1.) LÉGIERŐ : e fogalom egy haderőnemet takar. Fájdalom, de kis hazánknak nincs ilyen haderőneve, s nem is volt 1955 óta. A repülő csapataink (a vadászok) betagozódtak régebben a honi légvédelmi "haderőnem"-be, a szállító és helikopter csapatok pedig a csapatrepülő erőket alkották 1972-73-tól, megalakulásuktól a vezérkar főnök közvetlen alárendeltségében. Ma a vadászipar repülői harcászati repülői néven a légvédelmi parancsnokság alárendeltségében, míg a szállító és helikopter csapatok pedig a szárazföldi csapatok parancsnokságán belül tevékenykednek.

(Külön mulatságos az a beosztás megnevezés, hogy a "szárazföldi csapatok repülőfőnöke" - elnézést kérek M.S.I!)

Tudni illik, hogy a légiere létrehozására szakmai berkekben erős törekvés van, amelyek tudományosan megalapozott bizonyítékokon nyugszanak - ami a szükségességet illeti, de a döntés várat magára, a döntési helyzetben lévők pedig... (- ez itt az öncenzúra). Ne használjuk tehát e kifejezést a Magyar Honvédséggel összefüggésben, hanem tanulmányozzuk azon országok haderejét, amelyek szervezetében létezik légiere.

2.) FRISZ: azaz Földi Repülésirányító Szolgálat. Mint minden tisztázatlan fogalomnak, ennek is sajátossága, hogy ahányan használják, annyiképpen értik. Vagyis maga a kifejezés nem azt takarja, amit a szókép mutat. Igaz, e fogalom kb. harminc éves, amelyet valaha országból fordítottak, bekerült a szabályzatokba és úgy tűnik, nem lehet kiirtani. Pedig igen szükséges

lenne, hiszen semmi köze nincs e szolgálati ágának a repülésirányításhoz, hacsak az nem, hogy a repülőtérhez kapcsolódik.

Valaha úgy alakult, hogy egy repülőezred rendelkezett egy híradó zászlóaljjal. Ennek a zászlóaljnak volt egy ún. FRISZ százada, amelynek feladata volt a repülések folytatásához szükséges híradó, rádiólokációs és fénytechnikai berendezések üzemeltetése, karbantartása és javítása.

Természetesen ezek az eszközök igen széles skálájáról van szó, hiszen magában foglalja a repülésvezető, a repülésirányító, leszállásirányító, a műszeres bevezető rádiót, a távoli és közeli irányadó rádió állomásokat, a pellengátor állomást, az RSZP radart, az RSZBN közelnavigációs és leszállító rendszert, a repülőtér fénytechnikai rendszerét, ill. eszközeit, stb. Nos, elvileg ez ma is így van, de az itt dolgozó szakemberek soha nem végeznek repülésirányítást, mint ahogy a repülő üzemeltető tiszték sem repülnek.

Amennyiben ez világos lenne mindenki számára, akkor nem jelenne meg olyan pályázati felhívás a napilapokban, amely arról értesít, hogy tiszthelyettes képzésre, repülésirányító szakra várnak fiatalokat.

Javaslatom az, hogy tudatosítsunk egy érthetőbb fogalmat a FRISZ helyett, mint például Repülőtéri híradó- és fénytechnikai szolgálat, vagy más egyéb, ennél kifejezőbb szóösszetételt is lehetne találni.

3.) REPÜLÉSIRÁNYÍTÓ DISZPÉCSER: ez egy beosztás megnevezése a repülőtéri szolgálatban, de sajnos ez sem fejezi ki így a lényegét ebben az összetételben, mivel ez a személy sem repülést irányít, hanem repüléseket koordinál térben és időben. Vagyis kifejezetten diszpécser feladatokat lát el. Így a javaslatom az, hogy nevezzük csak nevén diszpécsernek!

Sajnos, e fogalomhoz szorosan kapcsolódik egy másik - többek között, - mégpedig az előbbi diszpécser "szolgálat" szakmai előjáró szolgálata, az EREF., - az Egyesített Repülésirányító Főközpont. E Budapesten működő központ a nevét a hetvenes évek végén kapta, amikor újragondolták a közforgalmi és katonai repülések koordinálását és létrehozták egymásmellé a polgári és katonai repüléskoordináció központját, - természetesen - a katonai repülés elsődlegességével. Ezen belül is a magyar katonai repülés prioritása elmaradt a volt szovjet repülések mögött. Igazából az itt állomásozó orosz repülő alakulatok e központ koordináló tevékenységét nem vették komolyan.

Nos, tehát a fenti fogalmakban szereplő repülésirányítás repüléskoordinációt jelent, azaz a beérkező repülési igényeket engedélyeket szervezik térben és időben a konfliktus helyzetek kiküszöbölése érdekében.

4.) MEGFIGYELŐ: e fogalom alatt értjük a repülőgép fedélzeti navigátort és a földön szolgálatot teljesítő repülésirányítót egyaránt. Az utóbbiból is számos ágazat létezik.

A fogalom eredetére vonatkozóan a repülés hőskorához, Franciaországhoz kell visszatekinteni, amikor a "navigátor" először azért vitték a harcmező fölé, hogy "megfigyelje" a tűzérség tevékenységének hatását, majd később a bombavetéshez nyújtott segítséget a repülőgép-vezetőnek, a továbbiakban ő számolta ki a helyes bombavetés helyét és idejét, emellett a nagybani és részletes légítájékozódást is ő vezette a repülőgép fedélzetén. Az ilyen tevékenység ma is használatos harcászati vadászrepülőgépeken, bombázó repülőgépeken, a hadászati repülőerőknél, szállító repülőgépeken, harci helikoptereken, stb.

Erre a tevékenységre kifejező a "megfigyelő" vagy navigátor megnevezés.

Merőben más a helyzet a repülésirányítási tevékenységet végző személyeknél, ugyanis a "repülésirányító" fogalom kifejező olyan szempontból, hogy érthető módon ez a földről történik, a repülőgép-vezetőket irányítja a levegőben, amelynek oka általában a technikai eszközök tökéletlensége. (Persze ennek sok más egyéb tényezője is van, de további részletektől megkímélem az olvasót.)

Mivel a repülésnek sok fázisa van, ezeknek a fázisoknak megfelelően szakosodott a repülésirányítás is. Ezek: - a közelkörzeti irányítás, amely együtt van a bejövetelei és műszeres leszállás - irányítással (mind a polgári, mind a katonai repülésekben egyaránt).

Létezik körzeti irányítás, amely magában foglalja mind a közforgalmi repülések, repülőgépek irányítását az útvonalakon, mind a katonai harci repülések irányítását "elfogási tevékenység" érdekében (ez a célirányozás), mind a katonai repülőgépek útvonal repülésének ellenőrzését, eltévedt, bajbajutott gépszemélyzetek megsegítését más repülőgépek odairányítása útján, stb.

Ami a főiskolánkon képzés alatt lévő hallgatók szakosodását illeti, mindegyik repülésirányítási tevékenységgel megismerkednek, de igazán a körzeti irányítást, a harci repülések irányítását gyakorolják be avatásukig.

Visszatérve tehát a fogalomhoz a REPÜLÉSIRÁNYÍTÓ szak megnevezése már meghonosodott hivatalos dokumentumokban is 1986 óta, de sajnálatos módon nem alkalmazzák következetesen. A sors fintora, hogy pontosan azt a tanszéket, amelynek erőfeszítései eredményeként a repülésirányító szak, mint fogalom elfogadottá vált, - úgy nevezik, hogy Repülőgép-vezető és megfigyelő tanszék.

Ehelyütt szólni kívánok még egy fogalomról a REPÜLÉSVEZETŐRŐL, amelynek tartalma más a polgári életben és más a katonai repülésekben. Ez abból adódik, hogy a repülések biztonságának jogi szabályozottsága, a felelősség vállalás mikéntje különbözik a két területen. Ugyanis a katonai repülések esetében a repülésvezető, aki a "toronyban" tartózkodik és a tervtábla alapján engedélyezi a repülőgépek fel- és leszállását, a légterek igénybevételeit, a leszálláshoz történő bejövétel besorolását, az iskolakörön tartózkodó



repülőgépek repülési rendjét, - nemcsak e diszpécser feladatot látja el, hanem jogilag egyszemélyben felel a repülőtérén és a közelkörzetben folyó mindennemű tevékenységért. Ilyenek a szabályzataink. Míg a közforgalmi repülésben, a polgári repülések esetében a repülésvezető felelőssége lényegesen kisebb, hiszen az megosztják a gépszemélyzet-parancsnok és az (approach) közelkörzet irányító között. Azt lehet mondani, hogy a polgári légi forgalom irányításában a repülésvezető inkább diszpécser feladatokat lát el. Úgy is hívják, hogy "torony irányító". Ezt a tevékenységet is tovább szeletozik, mivel külön személy foglalkozhat a gurulások irányításával. Összességében tehát leszögezhetjük, hogy a polgári repülésben a repülésvezető nem "főnöke" a repülésben és annak irányításában résztvevő többi személynek.

Legfőbb ideje lenne, hogy a katonai repülésben is rendeződjenek a jogi tisztázatlanságok és mihamarabb eleget téve a Eurocontrol ajánlásainak, - a katonai és polgári repülés mind szorosabban simuljon egymáshoz.

5.) AVIONIKA: bár e fogalom nem tartozik a szakterületemhez, de azért merészkedem részletezni, hátha vitára kényszeríthetem kollégáimat.

A szakirodalom szerint e fogalom az aviatika és az elektronika ötvöze. Megítélésem szerint még akkor is szerencsésebb kifejezés jobb magyar szó híján, mint a repülő szakág, hiszen tudjuk, hogy a fedélzeti EMO, rádió- és fegyver berendezések üzemeltetését végző tisztek villamos-mérnöki képzettséget kapnak.

(Lassan a sárkány-berendezés elmélete és gyakorlata is átcsúszik az elektronika területére. Kérdezzék meg Czári Gyula urat!)

Nos, ezen mostani utolsó fogalmat valóban a vita provokálása érdekében szedtem elő, mivel tudom, hogy a villamos szakterületen dolgozó kollégák között sincs egyetértés.

A felsorolásomat természetesen folytatni fogom, de a terjedelem miatt itt kell befejeznem.

Remélem lesznek követőim és lesznek vitapartnereim is. Tisztázzuk a fogalmakat!

**Az SZRF hallgatói állományának tanórán kívüli elfoglaltsága  
1994 januárjától, 1994 áprilisáig terjedő időszakban**

Mivel a vizsgált időszakban volt a tavaszi szünet egy hét időtartamban, így gyakorlatilag ezek az értékek kerekítettek, a tényleges eredmények ennél rosszabbak.

**1. szd. Létszám: 53 fő**

Szolgálatok száma a vizsgált időszakban: 378

havi átlag:  $378 / 4 = 94.5$

leterheltségi mutató:  $94.5 / 53 = 1.78$

Vezénylés, betegség, szabadság miatti távollétek száma: 93

havi átlag:  $93 / 4 = 23.25$

szabadsági mutató:  $23.25 / 53 = 0.43$

**2. szd. Létszám: 47 fő**

Szolgálatok száma a vizsgált időszakban: 380

havi átlag:  $380 / 4 = 95$

leterheltségi mutató:  $95 / 47 = 2.02$

Vezénylés, betegség, szabadság miatti távollétek száma: 155

havi átlag:  $155 / 4 = 38.75$

szabadsági mutató:  $38.75 / 47 = 0.82$

**3. szd. Létszám: 86 fő**

Szolgálatok száma a vizsgált időszakban: 372

havi átlag:  $372 / 4 = 93$

leterheltségi mutató:  $93 / 86 = 1.08$  ( március hónapban csak 67 fő, illetve áprilisban mindössze 40 fő adott szolgálatot a többi hallgató rep. kiképzésen vett részt )

ennek figyelembevételével: 1.57

Vezénylés, betegség, szabadság miatti távollétek száma: 237

havi átlag:  $237 / 4 = 59.25$

szabadsági mutató:  $59.25 / 86 = 0.68$

A napirendet, a szolgálatból adódó kötelezettségeket vizsgálva a következő eredményeket kaptuk. Az egy hallgatóra jutó havi főiskolai és alegységszintű szolgálatok száma: 1.67

Harminc napos hónappal számolva ezen értéknek hétfőtől - péntekig terjedő hányada: 1.22

Egy huszonnégyszeres szolgálattal kapcsolatos kötelezések össz időtartama: ~ 31 óra !

Tehát  $1.22 \times 31 \text{ óra} = 37.82 \text{ óra} / \text{hó}$ .

Ezt egy hétre lebontva  $37.82 \text{ óra} / 4 = 9.45 \text{ óra}$  hetenként.

Egyéb nem csökkenthető idejű tevékenységek (reggeli, ebéd, alvás) a napirendben előírt időtartamokat figyelembe véve: 45.5 óra

Egyéb kötelező napi elfoglaltságok időtartama (reggeli torna, parancskihirdetés, takarítás, katonai nap ): 11.2 óra

Egy hallgató hetente átlag 33 órát tölt a tanszékeken. ( órarend szerinti előadások, szemináriumok, fakultáció, délutáni nyelv órák, konzultációk, javítások)

Ezen adatokat figyelembe véve, és egy olyan hetet vizsgálva mely vasárnap 24.00-tól péntek 15.00-ig tart (tehát összesen 111 óra), a fenti értékeket összegezve a következő eredményeket kapjuk;

$$111 \text{ ó} - 9.45 \text{ ó} - 45.5 \text{ ó} - 11.2 \text{ ó} - 33 \text{ ó} = 11.85 \text{ ó}$$

Tehát, ebből látható, hogy az átlag hallgatónak mindössze 2.37 óra "szabadideje" van naponta, a következőkre: - kötelező sportszakosztályi munka

- egyéni tanulás (felkészülés másnap órákra, TDK, ZD, nyelvvizsgára való felkészülés.....)
- szabadidős tevékenység
- vacsora, tisztálkodás

Ezen eredményeket alapul véve javasoljuk:

- a napirend ésszerű átszervezését
- a szolgálatok arányos elosztását, bevonva a hivatásos tiszthelyettes állományt a kapu ügyeleti szolgálatba és növelve a sorállomány szerepét a tanépület szolgálat ellátásában.

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy számításunknál nem vettük figyelembe a vezénylésből, a betegségből, és a szabadságokból adódó hiányzások átlagát, illetve az ezekből származó pótlásokra fordított időt.

## NYUGATI PIACOKRA SZÁNT OROSZ HELIKOPTEREK

A fordítás "VERTIFLITE" 1992. N<sup>o</sup> 5 számának 12-19. oldalán  
megjelent Russia's helicopter industry looks to western  
markets című cikk orosz nyelvű változata alapján

Fordító: Köröendi Géza mk. alezredes

Jelenleg Oroszország számára leginkább a repülőipar biztosítja a potenciális export lehetőséget, amiben fontos szerepet játszanak a Mil és Kamov nevét viselő tervezőirodák. A jó minőségű mérnöki munka és az alacsony előállítási költségek következtében e cégek helikopterei a nemzetközi piacon teljes mértékben konkurencia-képesek.

Az 1940-es évek végétől - a nemzetközi küzdőtéren való megjelenésük pillanatától - oroszok vezető szerepet vívtak ki a kiváló repülőestechnikai jellemzőkkel bíró helikopterek létrehozása területén. M. Mil a műszaki tudományok doktora által tervezett, első sorozatban gyártott gépük a Mi-1-es, 27 világrekordot állított fel a könnyű helikopterek kategóriájában. Ezt követte a 2,5 tonna teher felemelésére képes Mi-4-es, amely az 1958-as Brüsszeli Nemzetközi Kiállításon aranyérmes volt. A Mi-6-os nehézszállító helikopter 1957 júniusában emelkedett először magasba és a világon elsőként lépte túl a 300 km/órás repülési sebességet. 1961 szeptemberében megjelent 8 személyes Mi-2-es könnyű helikopter volt a világon az első, két gázturbinás konstrukció. Az 1967-ben, néhány példányban kibocsájtott Mi-12-es, két keresztelrendezésű forgószárnyú, nehéz-szállítóhelikopter 40 tonnás teheremelési rekordját mind a mai napig nem sikerült túlszárnyalni. A Mi-24-es helikopter sebesség, repülési jellemzők és

fegyverzet tekintetében felülmúlta a nyugati helikoptereket 1970 és 1980 között az afganisztáni háborúban.

Az 1948-ban N. Kamov által alapított tervezőiroda létrehozta és sikeresen kipróbálta az együléses KA-8-as könnyű helikoptert. A Kamov tervezőiroda alapvető érdeme - a világon elsőként - az olyan koaxiális forgószárnyelrendezés ki-munkálása, amelyet sikerrel alkalmaztak később a sorozatban gyártott, hajón telepített, tengeralattjáró elhárító KA-25-ös és az 1992-ben Farnborough-i kiállításon bemutatott KA-50-es korszerű harci helikoptereken is.

Az alábbi rövid repüléstechnikai áttekintés képet ad a korszerű, sorozatgyártás alatt álló, illetve az új fejlesztésű - tervezőirodák és kereskedelmi ügynökségek információi alapján - nyugati piacokra is szánt orosz helikopterekről.

#### Mi-17 (1. ábra)

Ez a repülőeszköz a bevált Mi-8-as helikopter alapján lett kialakítva, közepes - a belső térében rögzített 4 ton-



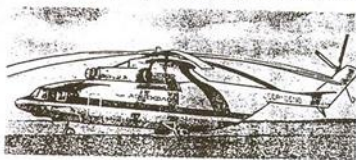
1. ábra

nás vagy külső függesztésű, maximálisan 3 tonnás - teher szállítására. A Mi-17 személyszállító változatában 24 utas vagy 12 hordágy helyezhető el. A helikopter két 1400 kW fel-

szállító, vagy 1620 kW forszirozott teljesítményt leadó TV3-117 MT gázturbinás hajtóművel van felszerelve, amelyek lehetővé teszik a folyamatos repülést egyik hajtómű meghibásodása esetén is. A Mi-17-es utazó sebessége 280 km/ó, 11 tonnás normál felszálló tömegével hatótávolsága 580 km. Maximális felszálló tömege 13 tonna, repülési csúcsmagassága 5 km.

#### Mi-26 (2. ábra)

A világ legnagyobb helikoptere (max.felszálló tömege 56 tonna) 20 tonna hasznos terhet továbbíthat akár belső rakodó



2. ábra

terében, akár külső függesztményként. A Mi-26 tipikus felhasználási területe: nagy geometriai méretű hidak, fűdőtornyok, valamint nagy feszültségű elektromos távvezetékek elemeinek szállítása. A két D-126-os gázturbinás hajtóműre egyenként 7360 kW teljesítményt ad le. A Mi-26-nak 32 méter átmérőjű 8 lapátos forgószárnya van, utazósebessége 300 km/ó, hatótávolsága 920 km, hossza 40 méter.

#### Mi-34 (3. ábra)

A konstrukció kimunkálása utolsó fázisában van, folyik a prototípusok berepülése. Ez a könnyű, többcélú 1350 kg felszálló tömegű helikopter a hajózó állomány műrepülésre, órjáratozásra, utas- és teherszállításra stb. történő átkép-

zésre lett létrehozva. A Mi-34 hajtóműegységét két M-14 V-26 Vankel-motor alkotja (egyenként 240 kW-os teljesítménnyel).



3. ábra

A 10 méter átmérőjű, 4 lapátos forgószárnyával  $n_y=3$ -as túlterhelésű manőverek hajthatók végre. A módosított Mi-34M helikopter felszálló tömege 1708 kg lesz.

Mi-38 (4. ábra)



4. ábra

Ezt a tervezés stádiumában lévő helikoptert perspektívájában a 25 évesnél idősebb, előregedő Mi-8-as géppark felváltására szánták. A Mi-38-as felszálló tömege 14,8 tonna lesz és 5 tonna hasznos terhet szállíthat. A helikopter korszerűsített forgószárnya, aerodinamikailag optimális törzse alapvetően kompozitokból készült, a fedélzeti rendszerek dublázottak. A két TV-7-117V (egyenként 2300 kW teljesítményű) hajtómű lehetővé teszi a 315 km/órás sebesség és 930 km-es repülési távolság elérését. A Mi-38-as -melynek eredeti léptékű makettje látható a 4. ábrán- 30 utast szállíthat.

#### Mi-28 (5. ábra)

A prototípusok berepülésének stádiumában lévő helikoptert a Mi-24-es harci helikopter tapasztalatai alapján fej-



5. ábra

lesztettek ki. A négy Mi-28-as prototípus új avionikai- és fegyverrendszerekkel van felszerelve. Az utóbbi új, külső forgóállványos gépágyút, korszerűsített célzó- és rakétaindító-rendszert is magában foglal. A harci túlélőképesség fokozására valamennyi létfontosságú szerkezeti elemet és berendezést páncélvédelemmel láttak el, a rendszereket megketőtötték, az üzemanyag-rendszernek külön tűz- és robbanásvédelme van. A forgószárny és faroklégcsavar elasztomer csapágyazású, lapátjai üvegszálerősített kompozitokból készültek. Az egyenként 1800 kW maximális teljesítményű, két TV3-117-es



gázturbinás hajtómű, a 10,4 tonna felszállótömegű helikopternek a 345 km/órás sebesség elérését biztosítja. A Mil tervezőiroda szerint 1993-tól megkezdhető a Mi-28-as sorozatgyártása. A különböző szerkezeti elemek és berendezések cseréjekor a könnyű hozzáférhetőség elvének biztosításával a tervezők az Üzemeltetési munkaráfordításnál el kívánják érni az 1 óra + főrepült óra értéket.

#### A KAMOV TERVEZŐIRODA KONSTRUKCIÓI

##### KA-32T (szállító) és KA-32 (tengerészeti) (6. ábra)

Többcélú 12,6 tonna felszálló tömegű katonai helikopter teheremelő képessége 4 tonna (külső függesztményként 5 ton-



6. ábra

na). A KA-32S forgósárny lapátjai - a kisebb tárolási helyigény biztosítására - forgási síkjukban egymással párhuzamos helyzetbe elfordíthatók. E változat alaprendeltetése: terhek továbbítása "repülő daruként", betegek és sebesültek szállítása, kutató-mentőszolgálat, tengeralattjáró-elhárítás, futár és felderítő tevékenység stb. Egyfőnyi hajózó személyzet is vezetheti és 4 órát tartózkodhat a levegőben.

A KA-32T szállító változat alaprendeltetésén kívül alkalmazható, ipari berendezések is épültek összeszerelésénél, geológiai kutatásoknál, kőolaj kitermelésnél, kutató-mentő

tevékenységnél stb. Két TV3-117-es hajtóműve van, koaxiális forgószárnyelrendezése szükségtelessé teszi a faroklégcsavart, ezáltal a gép geometriai méretei sem nagyok (a forgószárny 18 m átmérőjű, a törzs hossza 11,4 m). A KA-32 hét világrekordot tart, ezek egyike magassági. A fedélzeti darujának teheremelő-képessége 300 kg. A helikopter repülési sebessége 265 km/ó (maximális 288 km/ó), repülési hatótávolsága 930 km, statikus csúcsmagassága 6 km. (A KA-32 külső képe a 6. ábrán látható).

KA-126 és KA-226 (7. és 8. ábra)

Ezek a koaxiális forgószárnyú helikopterek a 20 évnél régebbi konstrukciójú KA-26-os könnyű szállító-mezőgazdasági



7. ábra

gép továbbfejlesztéseként lettek létrehozva. A KA-126-ost Romániában készítik, benne az eredeti KA-26-oson alkalmazott két dugattyús motort egyetlen TVO-100-as, 530 kW-os gázturbinával helyettesítik. Ezzel a felszálló tömeg 3 tonnára, a szállítható hasznos teher 50 %-kal, maximálisan 1 tonnára növekedett. A KA-226-os két, egyenként 310 kW teljesítményű Allison 250-C20B hajtóművel épül, amelyek forró égéshajlati viszonyok között jobb magassági karakterisztikákat és nagyobb, 1,3 tonnás teheremelő-képességet biztosítanak. A

KA-226-os cserélhető utastereinek levegőellátása műtrágyát és vegyi anyagokat kiválasztó szűrőkön keresztül történik, 8 utas vagy betegek szállítására, megfigyelő tevékenység ellá-



8. ábra

tására stb. alkalmas. A KA-126-os sebessége 210 km/ó, hatótávolsága 770 km, a KA-226-osé 235 km/ó, illetve 700 km.

KA-62 (9. ábra)

A többcéld., 4 forgószárnylapátos, fenesztron (csőlégcsavar) típusú faroklégcsavaros helikopter még tervezés



9. ábra

alatt áll. Két 950 kW-os hajtóműve, 8,3 tonnás felszálló tömege lesz, eléri a 340 km/órás repülési sebességet, illetve a 700 km-es hatótávolságot. A helikopter maximálisan 16 utas vagy teher szállítására, kutató-mentő szolgálatra, kőolaj és gázfúrások kiszolgálására, stb. használható.

KA-50 (10. ábra)

A sorozatban készülő koaxiális forgószárnyelrendezésű helikopter elnyerte az orosz hadsereg könnyű harci helikop-



10. ábra

terekre kifizet pályázatát. Személyzete 1 fő, a keskeny törzs 16 m hosszú, repülés közben behúzható futóművei vannak, rövid szárnyára rakétaindító tartókat helyeztek. Két hajtóműve egyenként 1800 kW teljesítményű, felszálló tömege 10,8 tonna. Koaxiális forgószárnyainak átmérője 14,5 m. Először 1983. április 27-én repült, azóta folyamatosan fejlesztik.

A KA-50 maximális vízszintes repülési sebessége 360 km/ó, de zuhanórepülésben elérheti a 400 km/ó-t is, oldali-rányban 93 km/órás, hátrafelé 105 km/órás sebességgel haladhat. A forgótornyban elhelyezett 30 mm-es gépágyú vezérlése sisak-célzókészülékkel történik, a szárnyalatti rakéták lézeres irányítással 11,5 km-ről vezethetők a célra. A páncé-

lozott helikoptervezető-fülke és a katapultülés magasfokú védettséget biztosít a hajózónak. A leszállóberendezések normál helikopterhez képest háromszoros védelmet, nagybiztonságú földetérést tesznek lehetővé, a talajhoz történő utközéskor is.

Dr. Pokorádi László mk. őrnagy, főiskolai docens

A MARKOV-FOLYAMATOK ELMELETENÉK ALKALMAZÁSA  
A REPÜLŐGÉPEK ÜZEMELTETÉSI FOLYAMATAINAK  
VIZSGÁLATÁRA

a szerző

19th Congress of the International Council of the  
Aeronautical Sciences  
18-23 September, 1994, Anaheim, California, USA

kiadványában megjelenő

APPLICATION OF MARKOV PROCESS THEORY  
TO INVESTIGATION OF AIRCRAFT OPERATIONAL  
PROCESSES

című tanulmányának magyar nyelvű változata

Kivonat

A repülőgépek Üzemeltetése egy, jól körülhatárolt diszkrét Üzemeltetési állapotokra bontható, sztochasztikus folyamat. Ezt a folyamatot gráfmodell-lel ábrázolhatjuk, és folytonos idejű, diszkrét állapotterű Markov-folyamattal közelíthetjük. Az előadás repülőgépek Üzemeltetési folyamatának a markovi és félmarkovi modelljeivel, azok pontosságával foglalkozik és megmutatja az ilyen modellek alkalmazásának lehetőségét egy speciális esetre - a háborús körülmények között történő Üzemeltetésre.

Bevezetés

Az olyan sztochasztikus folyamatokat, amelynek jövőbeli alakulását a múltbeli alakulása csak a jelenlegi állapoton keresztül befolyásolja, azaz amelyek utóhatásmentesek, Markov-folyamatoknak nevezzük.<sup>(5)</sup> Ezen folyamatok elméletének történetét Andrej Andrejevics Markov orosz matematikus munkássága (1856 - 1922) nyitotta meg.

A repülőtechnika háborús körülmények közötti Üzemeltetése, - mint általában az Üzemeltetés - a repülőgépekre, valamint azok kiszolgálására, a harcfeladatokra való előkészítésükre, különböző nagyságrendű javításukra szolgáló személyekre és előírásokra épülő sztochasztikus folyamat.

Ez a folyamat, amely lényegében a repülőgéppel, vagy annak valamely rendszerével, berendezésével, azaz az Üzemeltetés tárgyával, a gyártás és a kiseléjtezés között történnek összessége, az Üzemeltetési állapotok - időben és gyakoriságban véletlenszerű - egymásutánisága.

Mivel az egyes Üzemeltetési állapotból való távozás független az azt megelőző állapotoktól és azok sorrendjétől (azaz a folyamat utóhatásmentes), az Üzemeltetés matematikailag folytonos idejű, diszkrét állapotterű Markov-folyamatnak tekinthető. Ez a sztochasztikus folyamat pedig Markov láncsal approximálható.

Az Üzemeltetési rendszerről, illetve irányításának határszasságáról bizonyos jellemzők ismeretében dönthetünk. Jelen esetben ilyen paraméternek tekinthető az adott repülő egység harckész, tehát bevezethető gépeinek száma. Ezen jellemzők meghatározása az adott Üzemeltetési folyamat rendszerszemléletű vizsgálatakor annak folytonos idejű, diszkrét állapotterű markovi, vagy fél-markovi modelljeinek segítségével történhet.

#### A Markov-folyamatok

Matematikailag felfírva az  $\eta(t)$  valószínűségi folyamatot Markov-folyamatnak nevezzük, ha 1 valószínűséggel teljesül minden  $t_1 < t_2 < \dots < t_n < t_{n+1}$  és  $X_1, X_2, \dots, X_n, X_{n+1}$  valószínűsége a:

$$P \left\{ \eta(t_{n+1}) = X_{n+1} \mid \eta(t_1) = X_1 ; \dots ; \eta(t_n) = X_n \right\} = \\ = P \left\{ \eta(t_{n+1}) = X_{n+1} \mid \eta(t_n) = X_n \right\} \quad (1)$$

feltételes valószínűségek egyenlősége. <sup>(2)</sup>

Ha az  $\eta(t)$  folyamat a vizsgálati idő alatt bármely pillanatban felvehet valamilyen  $X$  értéket, akkor azt folytonos, ha  $\eta$  csak kitüntetett időpontokban rendelkezhet értékkel, diszkrét idejűnek nevezzük. Diszkrét állapotterűnek tekintjük azt a sztochasztikus folyamatot, ahol az  $\eta$  valószínűségi változó lehetséges értékei véges, vagy megszámlálhatóan végtelen elemű halmazt alkotnak.

A véges vagy megszámlálhatóan végtelen - azaz diszkrét - állapotterű, utóhatásmentes sztochasztikus folyamatokat Markov-láncnak nevezzük. Ekkor az (1) egyenletben meghatározott értéket átmenetvalószínűségnek nevezzük:

$$P_{ij}^{n,n+1} = P \left\{ \eta(t_{n+1}) = X_j \mid \eta(t_n) = X_i \right\} . \quad (2)$$

ami annak a valószínűségét fejezi ki, hogy  $\eta(t_{n+1}) = X_j$  (amit esetünkben úgy is értelmezhetünk, hogy az üzemeltetés tárgya a  $t_{n+1}$  időpillanatban a  $j$ -edik állapotban tartózkodik), feltéve, hogy  $\eta(t_n) = X_i$ .

A fenti  $P_{ij}^{n,n+1}$  jelölés azt is mutatja, hogy az átmeneti valószínűség nemcsak az  $i$  kezdeti és a  $j$  végállapot, hanem az idő  $(t_n)$  függvénye is. Ezt a valószínűséget a továbbiakban - az egyszerűség érdekében - a

$$P_{ij}^{n,n+1} = P_{ij}(t_n) = P_{ij}(t) \quad (3)$$

módon jelöljük.

Véges,  $N$  számú állapot esetén a  $P_{ij}$  átmeneti valószínűségeket mátrixba szokás rendezni. Ezt a

$$P_{N \times N}(t) = \left[ P_{ij}(t) \right] \quad (4)$$



mátrixot a folyamat Markov-mátrixának vagy átmenetvalószínűség mátrixnak nevezzük.

Ha a fenti egylépéses átmenetvalószínűségek függetlenek az időtől, akkor azt mondjuk, hogy a Markov-folyamat stacionárius. Ebben az esetben felírható, hogy

$$P_{ij}^{n,n+1} = P_{ij} \quad (5)$$

illetve

$$P_{N \times N} = \begin{bmatrix} P_{ij} \end{bmatrix} \quad (6)$$

mivel az független az  $n$  értéktől és  $P_{ij}$  annak a valószínűségét jelenti, hogy az  $\eta(t)$  értéke  $X_i$ -ből  $X_j$ -be vált át a  $(t_{n+1}; t_n)$  időintervallumban.

Egy Markov-folyamat egyértelműen az állapotokból való távozások eloszlásai és az átmenetvalószínűségek megadásával jellemezhető. Ha állapotokból való távozások eloszlásainak jellegei nem egyeznek meg egymással - legalább egy eltér a többitől - az adott sztochasztikus folyamatot félmarkovinak nevezzük, amelyre később láthatunk majd példát.

#### Az Üzemeltetés folyamat matematikai modellje

A repülőtechnika Üzemeltetési folyamatát gépenként az úgynevezett Üzemeltetési láncsal (amely matematikai szempontból Markov-lánc) ábrázolhatjuk (1. ábra).



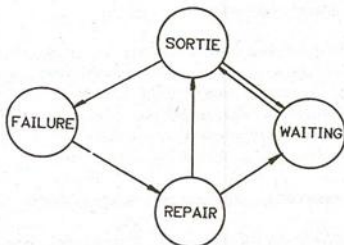
1. ábra

Az Üzemeltetési folyamatok rendszerszemléletű vizsgálatakor nem érdekel minket az egyes állapotok gépenkénti tény-

leges egymásutánisága. A teljes Üzemeltetési folyamat Üzemeltetési láncsal történő ábrázolása körülményes, ezért érdemes az Üzemeltetési folyamatot, a jobb áttekintés érdekében, irányított gráfként ábrázolni.

Az Üzemeltetés típusgrájában az állapotokat a gráf csomópontjai, az állapotváltozásokat pedig a gráf irányított élei szemléltetik (2. ábra).

Az Üzemeltetési lánc vagy a típusgráf vizsgálatakor feltételezzük, hogy az állapotok élesen elhatárolódnak egymástól és az átváltások zérus idő alatt mennek végbe.<sup>(2)</sup> Az állapotváltozások jellemzésére azok átmenetvalószínűségét használjuk.



2. ábra

A  $P_{ij}$  átmenetvalószínűség alábbi határértékét az átmenetvalószínűség sűrűségének nevezzük és  $\beta_{ij}$ -vel jelöljük:

$$\beta_{ij} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P_{ij}(\Delta t)}{\Delta t} \quad (7)$$

ahol:

$\Delta t$  - a vizsgált időintervallum hossza.

Másik jellemző az  $i$ -edik állapotban való tartózkodás relatív gyakorisága, azaz valószínűsége:

$$P_i(\Delta t) \cong \frac{n_i(\Delta t)}{\sum_{j=1}^N n_j(\Delta t)} \quad (8)$$

ahol:

$n_i(\Delta t)$  - a  $\Delta t$  idő alatti  $i$ -edik állapotba való lépések száma.

Az Üzemeltetés tárgyának  $i$ -edik állapotban való tartózkodását jellemezheti még - a  $t_i$ -vel jelölt - az állapotban eltöltött átlagidő is.

A fentiek alapján az  $N$  állapotból álló - illetve ennyi állapotra felbontott - Üzemeltetési folyamat jellemzésére az alábbi paraméterek szolgálnak:

$N$  - az állapotok száma;

$\underline{t}$  - az állapotokban eltöltött átlagidők vektora;

$\underline{A}$  - az állapotokban tartózkodás valószínűség vektora;

$\underline{P}$  - átmenetvalószínűségi mátrix.

Természetesen a  $\underline{t}$  vektor helyett, a vizsgálati szempontok függvényében, felhasználható például az állapotba kerüléssel kapcsolatos költségek  $\underline{C}$  vagy a munkaráfordítások  $\underline{M}$  vektorai is.

A fent említett jellemzők ismeretében meghatározhatjuk az állapotokban való tartózkodás valószínűségek időbeni változását, az Üzemeltetés költség vagy munkaidő igényét. Ekkor annyi egyenletről álló egyenletrendszert kapunk, ahány álla-

potból áll az Üzemeltetési folyamat, illetve ahány állapotra bontottuk azt. (6)

A  $\Delta t$  időléptetéssel vizsgált - azaz így diszkrét idejűvé alakított - folytonos idejű folyamat állapotváltási átmenetvalószínűségei a (7) egyenlet felhasználásával a

$$P_{ij}(\Delta t) = \beta_{ij}(\Delta t) \Delta t \quad (9)$$

módon határozható meg. Fontos itt megjegyezni, hogy akkora időközöket kell választanunk, mely eltelte alatt az Üzemeltetés tárgya 1 valószínűséggel csak egy állapotváltást fog végezni. A fenti változók pedig a korábban már megismert Markov-mátrixba rendezhetők.

A további vizsgálatok elvégzése érdekében célszerű állapotváltásnak tekintenünk azt az esetet is, amikor a kiválasztott  $\Delta t$  idő elteltével az Üzemeltetés tárgya az intervallum előtti állapotban maradt. Így a mátrix főátlójában lévő változók meghatározása a következő módon történik:

$$P_{ii} = 1 - \sum_{j=1}^N P_{ji} \quad (\text{ha } i \neq j) \quad (10)$$

Mivel ekkor a teljes eseménytér az, hogy az Üzemeltetés tárgya vagy valamely másik állapotba lép, vagy a kiindulásiban marad.

A Markov-mátrix felhasználásával az állapotokban való tartózkodás valószínűségének időbeni változása az

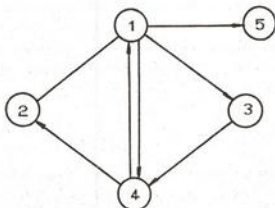
$$\underline{A}(t+\Delta t) = \underline{P}^N(t) \underline{A}(t) \quad (11)$$

egyenlettel történhet, ahol  $\underline{P}^N$  a  $\underline{P}$  mátrix transzponált mátrixa.

## Háborús Üzemeltetés modellezése

### A gráfmodell felállítása

A repülőtechnika háborús körülmények közti Üzemeltetését - a rendelkezésünkre álló adatok alapján - egy öt állapottól álló folyamatos idejű sztochasztikus folyamattal modelleztük. Így az Üzemeltetés típusgráfja egy öt szögpontból álló irányított gráf lett, amely a 3. ábrán látható.



3. ábra

Az állapotok megnevezése:

#### 1 - Bevetés

A repülőgépek a kijelölt harcfeleladatot hajtják végre, a harcot megvívják vagy a kijelölt légteret közelítik meg, illetve onnan a meghatározott repülőtérre repülnek.

#### 2 - 'A' típusú javítás, illetve arra történő várakozás

A repülőtechnika olyan mérvű sérülést szenvedett, hogy az a repülőegységnél javítható. Az állapotban tartózkodás átlagos ideje 3 óra.

#### 3 - 'B' típusú javítás, illetve arra történő várakozás

A repülőgép sérülése az előzőnél nagyobb mértékű, de még az

alakulatnál javítható. Az átlagos állapotban tartózkodási idő 8 óra.

#### 4 - Üzemképes

A repülőgép üzemképes. Rajta vagy előkészítési munkát végeznek, vagy harcászati állapotban várakoznak a következő bevetésre.

#### 5 - Vissza nem térülő veszteség

Ebbe az állapotba jutó repülőtechnikák oly mérvő sérüléseket szenvedtek, hogy a haművelet során újra nem vethetők be. Ezek a repülőgépek feloszthatók végleges veszteségre (megsemmisülésre) és különböző, az egységnél már nem javítható, mértékben sérültekre.

#### A markovi modell

Első lépésként feltételeztük, hogy mindegyik állapotból való távozás ideje exponenciális eloszlású, és meghatároztuk az állapotváltozások átmenetvalószínűségeinek együttható mátrixát (I. táblázat). Így kaptuk meg az Üzemeltetés markovi modelljét.

|   | 1               | 2                 | 3                 | 4                      | 5                    |
|---|-----------------|-------------------|-------------------|------------------------|----------------------|
| 1 |                 | $\frac{k_A}{t_f}$ | $\frac{k_B}{t_f}$ | $\frac{1-k_{öv}}{t_f}$ | $\frac{k_{vn}}{t_f}$ |
| 2 | 0               |                   | 0                 | $\frac{1}{t_A}$        | 0                    |
| 3 | 0               | 0                 |                   | $\frac{1}{t_B}$        | 0                    |
| 4 | $\frac{1}{t_c}$ | 0                 | 0                 |                        | 0                    |
| 5 | 0               | 0                 | 0                 | 0                      |                      |

I. táblázat

Ez a modell lényegében a normál "békebeli" Üzemeltetés folyamatának matematikai modelljével egyezik meg. Jól használható, úgynevezett folyamatos Üzemű, légi harctevékenység kiszolgálásának modellezésére. Ilyen harcfeladatra példa az Öböl-háború utáni dél-iraki repülési tilalmat ellenőrző szövetséges repülőegységek tevékenysége. Meg kell jegyezni, hogy a példához hasonló esetekben az ellenség légvédelmi és légi eszközeinek hatékonyságán kívül figyelembe kell venni a szembenálló fél "politikai bátorságát" is a várható  $k_A$ ;  $k_B$ ;  $k_{v_n}$  veszteségi tényezők előzetes becslésekor.

Ezen markovi modell hátrányaként jelentkezik, hogy nem alkalmazható olyan harctevékenység kiszolgálási folyamatának rendszerszemléletű vizsgálatára, amikor egy repülőegység egyszerre hajt végre feladatokat. Például légicsapások sorozata (lásd a Sivatagi Vihar hadművelet), szárazföldi csapatok légitámogatása vagy desszantolása ellenséges területen. De ide sorolható a délszláv térségbe jutattott segélyek légi szállítása és ejtőernyővel való kidobása is.

#### A félmarkovi modell

A markovi modell sajátosságai miatt, a szakaszos bevetéseket igénylő harctevékenység kiszolgálásának modellezésére állítottuk fel a háborús Üzemeltetés fél-markovi modelljét. Az állapotokat és az állapotváltozásokat egyenként megvizsgálva határoztuk meg a különböző állapotokra - az állapotváltozások szerinti - távozási idők eloszlási jellegét. Ezek alapján határoztuk meg a II. táblázatban szereplő mátrix elemeit.

Normál eloszlásúknak tekintettük a meghibásodás, sérülés vagy megsemmisülés következtében történő állapotváltozásokat, ahol a távozási idő

várható értéke:  $m = \frac{t_f}{2}$ ;

szórása:  $\sigma = \frac{t_f}{6}$ , az úgynevezett  $3\sigma$  szabály miatt, amely szerint egy  $m$  várható értékű,  $\sigma$  szórású normál eloszlású valószínűségi változó által felvett értékek "gyakorlatilag biztosan" az  $(m-3\sigma, m+3\sigma)$  intervallumba esnek (ennek a valószínűsége valójában 0,9973).

A bevetési idő első és utolsó szakasza lényegében dtvonalrepülés (a kijelölt légtér, illetve repülőtér megközelítése), így ekkor jóval kisebb a sérüléssel meghibásodás valószínűsége, mint a harc megvívásakor, amikor ennek valószínűsége nagyságrenddel vagy nagyságrendekkel nagyobb.

A javítási állapotokban való tartózkodások idejeit exponenciális eloszlásúaknak feltételeztük a markovi modell, a gyakorlati tapasztalatok, valamint a szakirodalmak alapján.

Az 1 (bevetés) és a 4 (üzemképes) állapotok közötti váltást a táblázatban leírt módon, egységugrás jelleggel határoztuk meg, mert így tudtuk modellezni, hogy a feladatra a repülőgépek egyszerre - pontosabban viszonylag rövid időn belül - szállnak fel, illetve hasonló módon érkeznek vissza.

|   | 1                                                             | 2          | 3          | 4                                                                         | 5             |
|---|---------------------------------------------------------------|------------|------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 |                                                               | $k_A F(t)$ | $k_B F(t)$ | $t=b\mu t_c + t_f \rightarrow 1$<br>$t \neq b\mu t_c + t_f \rightarrow 0$ | $k_{vn} F(t)$ |
| 2 | 0                                                             |            | 0          | $\mu_A^{nt}$<br>$1-e^{-\mu_A^{nt}}$                                       | 0             |
| 3 | 0                                                             | 0          |            | $\mu_B^{nt}$<br>$1-e^{-\mu_B^{nt}}$                                       | 0             |
| 4 | $t=b\mu t_c \rightarrow 1$<br>$t \neq b\mu t_c \rightarrow 0$ | 0          | 0          |                                                                           | 0             |
| 5 | 0                                                             | 0          | 0          | 0                                                                         |               |

II. táblázat



A táblázatokban és egyenletekben használt jelölések:

- $k_A$  - 'A' típusú javításba küldési (sérülési) tényező;
- $k_B$  - 'B' típusú javításba küldési (sérülési) tényező;
- $k_{vn}$  - vissza nem téríthető veszteségek tényezője;
- $k_{\Sigma v}$  - összveszteségi (sérülési) tényező

$$k_{\Sigma v} = k_A + k_B + k_{vn} ;$$

- $t_A$  - 'A' típusú javítás átlag átfutási ideje;
- $t_B$  - 'B' típusú javítás átlagos átfutási ideje;
- $t_f$  - bevetések átlagideje;
- $t_c$  - bevetési ciklusidő (ciklikus bevetéseket feltételezve);
- $b$  - a bevetés sorszáma;
- $n_A$  - 'A' típusú javítást végző brigádok száma;
- $n_B$  - 'B' típusú javítást végző brigádok száma;
- $\eta_m$  - munkaidő veszteséget jellemző tényező;
- $\eta_{sz}$  - a személyi állományban bekövetkezett veszteségeket kifejező tényező;
- $k$  - a vizsgált nap sorszáma;
- $C_i$  - az  $i$ -edik állapotban tartózkodó gépek száma.

$$F(t) = \frac{b}{t_f \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{18\left(\tau - \frac{t_f}{2}\right)^2}{t_f^2}} d\tau \quad (12)$$

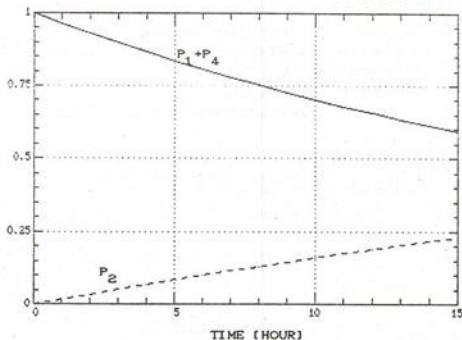
$$\mu_A = \frac{n_A \eta_m \eta_{sz}^k}{t_A C_2} \quad (13)$$

$$\mu_B = \frac{n_B \eta_m \eta_{sz}^k}{t_B C_3} \quad (14)$$

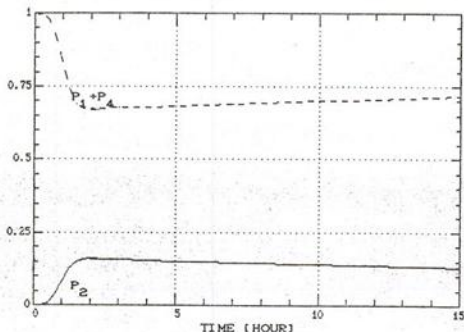
#### A modellek összehasonlítása

A fenti táblázatok alapján mindkét modell felhasználásával meghatároztuk az állapotokban való tartózkodások valószínűségének változását az idő függvényében. Ezeket az eredményeket mutatják be a 4. (markovi modell), illetve a 5. (fél-markovi modell) ábrák. Természetesen mindkét esetben azonos kiindulóadatokat használtuk.

A modellek alkalmazásakor a veszteségi tényezők változtatásával a különféle sérülési lehetőségek modellezhetők.<sup>(4)</sup> Például ha a repülőgépek ellen várhatóan kézi fegyvereket – persze itt nem Stinger típusú rakétákra gondolok – használ az ellenség vagy ha jelentős légifölénnyel rendelkezünk, akkor feltehetőleg több lesz az 'A' típusú javításra küldendő gépek száma a bevetések után. De ha például az ellenség magas technikai szinten álló, korszerű légvédelemmel ren-



4. ábra



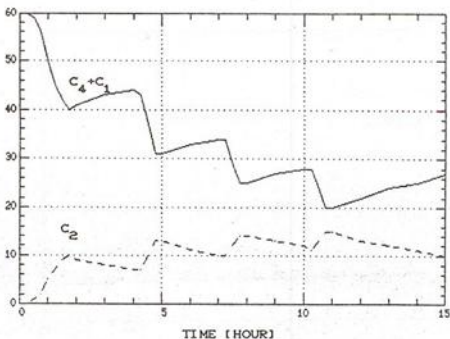
5. ábra

delkezik vagy nincs megfelelő légifölényünk, akkor inkább a végleges veszteségek száma fog megnőni az előző esethez képest.

#### Példa a félmarkovi modell alkalmazására

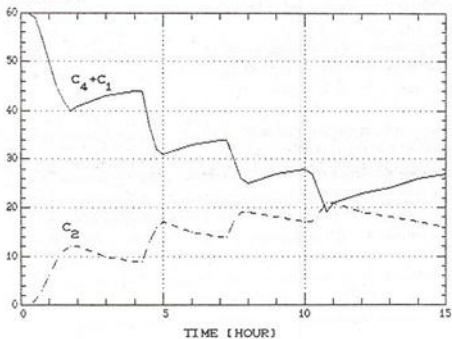
Az elkészített félmarkovi modellt - felhasználási lehetőségeit szemléltetendő - különféle kiinduló adatokkal működöttük.

Elsőnek - az általam felvett adatok felhasználásával - egy alapesetre határoztuk meg a gépszámok változását egy 16 órás harctevékenységi nap során. A gépek négy feladatot hajtanak végre. Az elsőt 0-2; a másodikat 4-5; a harmadikat 7-8 és a negyediket 10-11 órák között. A bázis repülőtéren 6 'A' típusú - illetve 4 'B' típusú javítást végző brigád tevékenykedik. Az eredménylista alapján készült grafikonok a 5. ábrán láthatók. A diagramokon az 'A' típusú javításban lévő, illetve arra váró ( $C_2$ ), valamint az üzemképes és a bevetésen lévő ( $C_4 + C_1$ ) gépek számainak várható értékeit ábrázolom.



6. ábra

Következő lépésként azt modelleztük, hogy az ellenség inkább kézi fegyverrel rendelkezik, ezért az 'A' típusú javításba küldési tényezőt megnöveltük, míg a többi veszteségi tényezőt csökkentettük. A futási eredmények alapján készült el a 7. ábra.

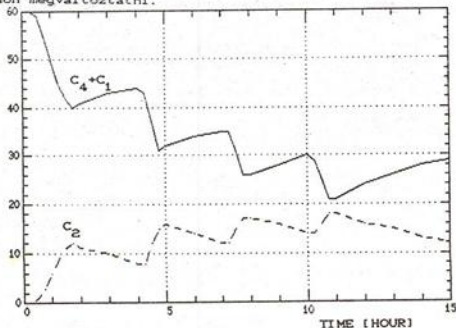


7. ábra

A két grafikont összehasonlítva megállapítható, hogy szervezeti változtatás nélkül a - különben ugyanazon jellemzőkkel bíró - nap végére csak a különböző szintű javításra váró gépek arányai változtak meg. Az összebevetések száma nem változott, az üzemképes gépek száma sem nőtt jelentősen a nap végére (28 helyett 29).

Ezen észrevételek alapján megváltoztattuk a javításokat végző brigádok számát. Az 'A' típusú javítást végző brigádokét 6-ról 8-ra növeltük, a 'B' típusú javítást végző brigádokét pedig 4-ről 3-ra csökkentettük. Ennél a változtatásnál - jelen munkámban - nem vettük figyelembe a különféle javító brigádok szakágak szerinti létszámszükségletét. Így az általunk modellezett módosítás esetleges hibáját nem vitatjuk, célunk a modell alkalmazási lehetőségeinek bemutatása.

Ebben az esetben az összebevetések száma hárommal és a nap végére az üzemképes gépek száma kettővel növekedett (lásd 8. ábra). A több bevetés következtében viszont - sajnos - kettővel megnőtt az összveszteségek száma is. Az eredmények alapján célszerűnek látszik, ilyen várható veszteségek esetén, a műszaki kiszolgáló állomány szervezetét a fenti módon megváltoztatni.



8. ábra

A fenti modellek felhasználásával vizsgálhatjuk a különféle sérülési valószínűségek - azaz eltérő ellenséges fegyverzet, vagy légirőlény - esetén a javító, előkészítő csoportok kialakításának hatásait. A kapott eredményeket felhasználhatja a hajózó parancsnok - mint tájékoztató adatokat - a repülőegysége harctevékenységének szervezésekor. A különféle szintű légi hadműveletek előzetes tervezésekor a modellel felhasználható a várható műszaki kiszolgálási kapacitás és anyagiigény nagyságának és időbeli elszolásának prognosztizálására is.

#### Felhasznált irodalom

- 1 - Bharucha-Reid A.T.: Elements of the Theory of Markov Processes and Their Applications. McGraw-Hill, New York, 1960.
- 2 - Блазилович Е. Ю. - Восковоев В. Ф.: Эксплуатация авиационных систем по состоянию, Москва, 1981.
- 3 - Karlin S. - Taylor H.M.: Sztochasztikus Folyamatok, Gondolat, Budapest, 1985.
- 4 - Dr. Pokorádi László: Üzemeltetési rendszerek vizsgálata a Markov-folyamatok elméletének alkalmazásával, X. Magyar Repüléstudományi Napok, Szolnok 1993. május 19-20., 154-165 pp.
- 5 - Rényi Alfréd: Valószínűségszámítás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.
- 6 - Dr. Rohács József - Simon István: Repülőgépek és helikopterek Üzemeltetési zsebkönyve, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1989.

## FIZIKAI ALAP NELKÜLI NAVIGÁCIÓS RENDSZEREK

A navigációs rendszerek egyik osztályát olyan girostabilizátorra épülő navigációs berendezések alkotják, melyek az alap-koordinátarendszereket fizikailag valósítják meg és ehhez képest határozzák meg a repülőgép pillanatnyi térbeli szöghelyzetét. A helymeghatározás ebben az esetben geometriai úton, a girostabilizátor és annak a repülőgéphez rögzített háza közötti szögelfordulás mérésével történik.

Ez a feladat analitikus úton is megoldható a repülőgép egyes mozgásparamétereinek mérésével, majd a kapott jelek megfelelő átalakításával, integrálásával. Az olyan navigációs rendszereket, amelyek érzékelőt (giroszkópok, szöggyorsulásmérők) közvetlenül a repülőgépen helyezik el és a repülőgép térbeli helyzetét az alap-koordinátarendszerhez képest analitikus úton számítja, alap nélküli navigációs rendszernek nevezzük. Az alap nélküli navigációs rendszer helyettesíti az inerciális navigációs rendszert vagy a girostabilizátort. Az alap nélküli navigációs rendszer önmagában képes a repülőgép térbeli helyzetét meghatározni a világminőséghez képest. Ez azért lehetséges, mert az érzékelőként használt giroszkóp vagy szöggyorsulásmérők a mozgások abszolút paramétereit érzékelik, nem pedig a relatív paramétereiket.

A repülőgép térbeli helyzetének valamely mozgó (bázis) koordinátarendszerhez történő meghatározása során szükséges a koordinátarendszer szögsebességének ismerete és a továbbiakban a számítások során figyelembe kell venni ezt a paramétert. A mozgó koordinátarendszerben történő helymeghatározást szokás összekötni a repülőgép sebességének és a földhöz rögzített koordinátarendszerben megtett út vagy koordináták számításával.

Az alap nélküli navigációs rendszerek alkalmazásának előnye a girostabilizátorokkal szemben a következő:

- a rendszer egyes elemei és a rendszer egészét tekintve kisebb tömeg és méretek;
- nagyobb megbízhatóság;
- kisebb energiafelvétel;
- alacsonyabb előállítási költség;
- kiszolgálása és javítása egyszerű.

Az alap nélküli navigációs rendszerek fejlesztése során azonban jelentős nehézségekkel is számolni kell, melyek közül a legfontosabbak:

- új elveken működő szöggyorsulás és szögsebességérzékelők, melyeket közvetlenül építenek be a repülőgépbe a nemhermetikus környezetben és fokozott igénybevételnek vannak kitéve;
- a bázis koordinátarendszer matematikai modellezése miatt bonyolult számításokat kell végezni;
- nagy pontosságú kezdeti beállítást biztosító eljárások kidolgozása szükséges;
- a navigációs rendszer kalibrálása.

Mindezek mellett - az alap nélküli navigációs rendszerek kifejlesztésével egyidőben - a fizikai alappal rendelkező navigációs rendszerek felépítésének elmélete és az egyes elemek szerkezete is fokozatosan tökéletesedik.

A girostabilizátorok és a fizikai alap nélküli navigációs rendszerek összehasonlítása azt igazolja, hogy a fizikai alappal rendelkező inerciális navigációs rendszerek ke-



vésbé érzékenyek a külső zavarásokra, mivel az alapra szerelt giroszkópokat és gyorsulásmérőket jól elszigetelik a különböző zavaró hatásoktól (hermetikus házban helyezik el őket), megbízhatóságuk magasfokú, a helymeghatározás pontatlansága egy repült óra alatt néhány kilométer.

A korábban említett nehézségek ellenére a fizikai alap nélküli navigációs rendszerek intenzív fejlődését figyelhetjük meg, már számos repülőeszközön nyertek alkalmazást és sok paraméterük pontossága felülmúlja a hagyományos fizikai alappal rendelkező navigációs rendszerekét.

A repülőgép forgómozgása fizikai jellemzőinek mérésére az alap nélküli navigációs rendszerekben a következő érzékelőket alkalmazzák:

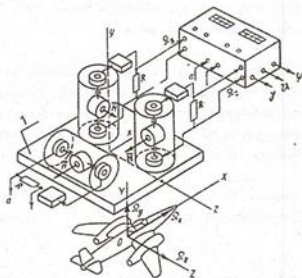
- háromszabadságfokú asztatikus pörgettyű (elektrosztatikus függesztésű;
- egytengelyű girostabilizátorok;
- szögsebesség érzékelők (lézergiroszkópok is);
- lineáris- és szöggyorsulásmérők;
- vibrációs giroszkópok és más egyéb eszközök.

Ezen eszközök által kidolgozott jelek digitális számítógépbe kerülnek, amely a megfelelő módon átalakítja, integrálja a jeleket.

#### SZÖGSEBESSEG-ÉRZEKELŐKRE ÉPÜLŐ ALAP NÉLKÜLI NAVIGÁCIÓS RENDSZEREK

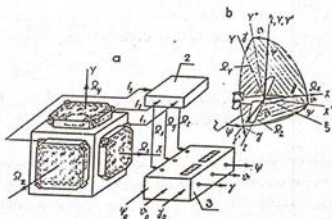
A navigációs rendszer érzékelő eleme három, szögsebességérzékelő, melyek mérőtengelyei kölcsönösen merőlegesek egymásra. Kifejlesztés alatt állnak a több érzékelővel (négy, hat vagy több) rendelkező navigációs rendszerek, melyek segítségével megbízhatóbb és pontosabb információ áll rendelkezésre a repülőgép mozgásának paramétereiről. A három

szögsebességérzékelővel rendelkező navigációs rendszer elvi vázlata az 1. ábrán látható.



1. ábra

gelyek mentén a szögsebességgel arányos jeleket dolgoznak ki. Ezek szolgálnak alapjául a fizikai alap nélküli navigá-



2. ábra

A szögsebességérzékelő egységen (1) - fizikai alapon - helyezik el az érzékelőket (két szabadságfokú pörgettyők), melyek mérőtengelyeit a repülőgép DXYZ test-koordináta-rendszerének tengelyei irányába állítják. A repülőgép abszolút szögsebességének  $\vec{\Omega}$  a test-koordináta-rendszer tengelyei irányába eső vetületeit  $\Omega_x$ ,  $\Omega_y$ ,  $\Omega_z$  érzékelve a szögsebességérzékelők a mérőteng-

elők működésének. Hasonlóképpen épül fel a lézergiroszkópot (LG) magába foglaló navigációs rendszer is (2/a. ábra), melyben az egyes érzékelők mérőtengelyeit a repülőgép test-koordináta-rendszerének OX, OY és OZ tengelyei irányába állítják.

Az egyes lézergiroszkópok jelei a jelátalakítóra (2), majd onnan digitális számítógép bemenetére (3) kerülnek, ahol a jelek átalakítása, integrálása történik.

Az egyes addk jeleinek függetlenségét a mérőtengelyek pontosan a repülőgép test-koordinátarendszerének tengely irányába történő elhelyezés, vagy pedig monolit lézergiroszkóp-blokk esetén a nagy pontosságú gyártás biztosítja.

#### A REPÜLŐGÉP DÖLÉSI, BÓLINTÁSI ÉS IRÁNYSZÖGÉT KIDOLGOZÓ FIZIKAI ALAP NÉLKÜLI NAVIGÁCIÓS RENDSZER

Repülésmechanikából ismeretes, hogy a testek forgatását különféle módon és sorrendben lehet megvalósítani, a forgásszögek mint az Euler, Krilov, Resal-féle szögek ismeretesek. A repülőgépet elforgatva rendre  $\psi - \theta - \gamma$  szögekre, - melyek a vízszintes síkhoz képest jellemzik a repülőgép helyzetét - az  $O \xi \eta \zeta$  rögzített koordinátarendszer tengelyei mentén, meghatározzák a repülőgép abszolút szögsebességvektorának  $\vec{\Omega}$  a test-koordinátarendszer tengelyeire eső vetületei (2/b. ábra).

$$\Omega_x = \dot{\gamma} + \dot{\psi} \sin \theta$$

$$\Omega_y = \dot{\psi} \cos \theta \cos \gamma + \dot{\theta} \sin \gamma$$

$$\Omega_z = \dot{\theta} \cos \gamma - \dot{\psi} \cos \theta \sin \gamma \quad (1)$$

Az  $\Omega_x$ ,  $\Omega_y$ ,  $\Omega_z$  szögsebességeket olyan szögsebességérzékelők mérik, melyek mérőtengelyeit a repülőgép test-koordinátarendszerének tengelyei irányában helyezik el. Hanya-

goljuk el a mérési hibákat és határozzuk meg a forgatások szögsebességét:

$$\begin{aligned}\dot{\psi} &= (\Omega_y \cos \gamma - \Omega_z \sin \gamma) \cos \theta^{-1} \\ \dot{\gamma} &= \Omega_x - (\Omega_y \cos \gamma - \Omega_z \sin \gamma) \operatorname{tg} \theta \\ \dot{\theta} &= \Omega_y \sin \gamma + \Omega_z \cos \gamma\end{aligned}\quad (2)$$

Integrálva a (2) egyenleteket kapjuk az egyes forgásszögeket,

$$\begin{aligned}\psi &= \int_0^t (\Omega_y \cos \gamma - \Omega_z \sin \gamma) \cos \theta^{-1} dt \\ \gamma &= \int_0^t \left[ \Omega_x - (\Omega_y \cos \gamma - \Omega_z \sin \gamma) \operatorname{tg} \theta \right] dt \\ \theta &= \int_0^t (\Omega_y \sin \gamma + \Omega_z \cos \gamma) dt\end{aligned}\quad (3)$$

amelyek a repülőgép test-koordinátarendszerének OXYZ a rögzített O  $\xi \eta \zeta$  koordinátarendszerhez mért helyzetét adják meg.

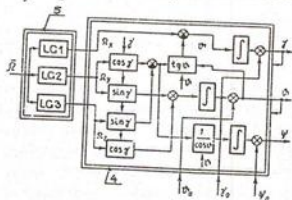
A (3) egyenletrendszerben az egyes szögek kezdeti értékei zérussal egyenlők. Elvileg lehetséges azonban olyan repülési helyzet, amikor a  $t = 0$  időpillanatban a repülőgép test-koordinátarendszere OXYZ és a rögzített koordinátarendszer O  $\xi \eta \zeta$  nincsenek úgynevezett egyeztetett helyzetben, a forgásszögek kezdeti értékei:

$$\psi = \psi_0 \quad \gamma = \gamma_0 \quad \theta = \theta_0 \quad (4)$$

Mindezek értelmében (3) egyenletrendszert a következő alakban lehet felírni:

$$\begin{aligned}\psi &= \int_0^t (\dot{\Omega}_y \cos \gamma - \dot{\Omega}_z \sin \gamma) \cos \theta^{-1} dt + \psi_0 \\ \gamma &= \int_0^t \left[ \dot{\Omega}_x - (\dot{\Omega}_y \cos \gamma - \dot{\Omega}_z \sin \gamma) \operatorname{tg} \theta \right] dt + \gamma_0 \\ \theta &= \int_0^t (\dot{\Omega}_y \sin \gamma + \dot{\Omega}_z \cos \gamma) dt + \theta_0\end{aligned}\quad (5)$$

A repülőgép abszolút szögsebessége  $\vec{\Omega}$  összetevőinek  $\dot{\Omega}_x$ ,  $\dot{\Omega}_y$ ,  $\dot{\Omega}_z$  mérésén alapuló és a dőlési, bólintási és irányszöveget kidolgozó navigációs rendszer elvi vázlata a 3. ábrán látható.



3. ábra

A fedélzeti számítógép (4) fő egységei trigonometrikus átalakítók, összegző és integráló elemek. A navigációs feladat megoldása azonos algoritmus szerint történik, ha az adóegységben

mechanikus szöggyorsulásmérőket alkalmaznak.

Az  $\dot{\Omega}_x$ ,  $\dot{\Omega}_y$ ,  $\dot{\Omega}_z$  szöggyorsulásokat szöggyorsulásmérővel érzékelik (pl. pörgettyűs szöggyorsulásmérő) melyek mérőtengelei nagy pontossággal egybeesnek a repülőgép test-koordinátarendszerének tengelyeivel. A szöggyorsulásokat integrálva szögsebességeket kapunk:

$$\Omega_x = \int_0^t \dot{\Omega}_x dt + \Omega_x^0$$

$$\alpha_y = \int_0^t \dot{\alpha}_y dt + \alpha_y^0$$

$$\alpha_z = \int_0^t \dot{\alpha}_z dt + \alpha_z^0 \quad (6)$$

ahol:  $\alpha_x^0, \alpha_y^0, \alpha_z^0$  - a repülőgép kezdeti  $\vec{\alpha}^0$  abszolút szögsebességének a repülőgép test-kordinátarendszerének tengelyeire képzett vetületei.

Az (1) ... (3) képletek alkalmazása azonban csak bizonyos bólintási szögek tartományában lehetséges. Például  $\theta = \frac{1}{2} \pi$  esetén:

$$\cos \theta = 0, \quad \cos \theta^{-1} = \infty, \quad \operatorname{tg} \theta = \infty. \quad (7)$$

Ezért szükséges úgy korlátozni a bólintási szögek tartományát, hogy a navigációs feladatok, számítások megoldhatóak legyenek. Általában:  $|\theta| \leq 70^\circ$ . Nagyobb bólintási szögek esetén a navigációs rendszer működésében hasonló jelenséget tapasztalunk, mint a mechanikus pörgettyű kereteinek egybeesésekor. A bólintási szög korlátozása nélkül meglehetősen összetett lesz a trigonometrikus függvények számítása is. Ezek a tényezők korlátozzák a fent vizsgált navigációs rendszer nagy manőverezőképességű repülőgépen történő alkalmazását.

Ha a repülőgép dőlési szöge  $\gamma$  kicsi, akkor

$$\cos \gamma \cong 1, \quad \sin \gamma \cong \gamma \quad (8)$$

A (8) képletek figyelembevételével a (2) egyenletrendszer a következőképpen írható fel:

$$\dot{\psi} = (\Omega_y - \Omega_z \cdot \gamma) \cos \theta^{-1}$$

$$\dot{\gamma} = \Omega_x - (\Omega_y - \gamma \cdot \Omega_z) \operatorname{tg} \theta$$

$$\dot{\theta} = \gamma \cdot \Omega_y + \Omega_z \quad (9)$$

Ha a repülőgépvezérlő rendszer a dőlési szöget  $\gamma$  zérus értéken tartja, akkor a (9) egyenletrendszer tovább egyszerűsödik:

$$\dot{\psi} = \Omega_y \cdot \cos \theta^{-1}$$

$$\dot{\gamma} = \Omega_x - \Omega_y \operatorname{tg} \theta$$

$$\dot{\theta} = \Omega_z \quad (10)$$

Azokon a repülőeszközökön, melyek bólintási szöge repüléskor korlátozott, a navigációs feladatok megoldása során a  $\cos \theta$  és  $\operatorname{tg} \theta$  trigonometrikus függvényeket a fedélzeti számítógép az alábbi összefüggésekkel közelíti:

$$\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}; \quad \operatorname{tg} \theta \approx \theta + \frac{\theta^3}{2} \quad (11)$$

A (11) képletek  $13^\circ$ , illetve  $10^\circ$ -nál kisebb bólintási szögek esetén 0,01 % pontossággal felelnek meg a valóságos értékeknek.

#### AZ IRÁNYKOSZINUSZOKRA EPÜLŐ FIZIKAI ALAP NEMKÜLI NAVIGÁCIÓS RENDSZER

A modern navigációs rendszerekben az egyik leggyakrabban használt repülési paraméter - az iránykoszinusz. A repülőgép test-koodinátarendszerének OXYZ tengelyei és a rögzít-

tett koordinátarendszer  $O \xi \eta \zeta$  tengelyeinek egymáshoz viszonyított helyzetét kilenc iránykoszinusz adja meg:

|   | $\xi$    | $\eta$   | $\zeta$  |      |
|---|----------|----------|----------|------|
| X | $a_{11}$ | $a_{12}$ | $a_{13}$ |      |
| Y | $a_{21}$ | $a_{22}$ | $a_{23}$ |      |
| Z | $a_{31}$ | $a_{32}$ | $a_{33}$ | (12) |

melyek mátrix alakban is kifejezhetők:

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Az  $\bar{A}$  mátrix  $a_{ij}$  elemei a rögzített koordinátarendszernek  $O \xi \eta \zeta$  a repülőgép test-koordinátarendszerébe történő beforgatása iránykoszinuszai:

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos(\xi; X) & a_{12} &= \cos(\eta; X) & a_{13} &= \cos(\zeta; X) \\ a_{21} &= \cos(\xi; Y) & a_{22} &= \cos(\eta; Y) & a_{23} &= \cos(\zeta; Y) \\ a_{31} &= \cos(\xi; Z) & a_{32} &= \cos(\eta; Z) & a_{33} &= \cos(\zeta; Z) \end{aligned} \quad (14)$$

Az iránykoszinuszok bármely forgatás esetén a forgásszögekben számíthatók. Így például, a korábban vizsgált, a rögzített koordinátarendszert a test-koordinátarendszerbe egy-



más után  $\psi$ ;  $\theta$ ;  $\gamma$  szögekkel végrehajtott forgatás forgatómátrixa a következő alakú [2]:

$$\bar{A} = \bar{A}_\gamma \cdot \bar{A}_\theta \cdot \bar{A}_\psi =$$

$$= \begin{bmatrix} \cos\psi \cos\theta & \sin\theta & -\sin\psi \cos\theta \\ \sin\gamma \sin\psi - \cos\gamma \cos\psi \cos\theta & \cos\theta \cos\gamma & \sin\gamma \cos\psi + \cos\gamma \sin\psi \sin\theta \\ \cos\gamma \sin\psi + \sin\gamma \cos\psi \sin\theta & -\cos\theta \sin\gamma & \cos\gamma \cos\psi - \sin\gamma \sin\psi \sin\theta \end{bmatrix} \quad (15)$$

A (15) képletben az egyes tengelyek körüli forgatómátrixok:

$$\bar{A}_\psi = \begin{bmatrix} \cos\psi & 0 & -\sin\psi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\psi & 0 & \cos\psi \end{bmatrix} \quad \bar{A}_\theta = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\bar{A}_\gamma = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\gamma & \sin\gamma \\ 0 & -\sin\gamma & \cos\gamma \end{bmatrix} \quad (16)$$

Mint az a (15) képletből látszik, a (16) forgatómátrixok összeszorozása ellentétes sorrendben történik, mint maga a forgatás.

Ha a repülőgép test-koordinátarendszerét kívánjuk beforgatni a rögzített koordinátarendszerbe, úgy a forgatómátrix az alábbi módon írható fel:

$$\vec{C} = \vec{A}^T = \vec{A}_\psi \cdot \vec{A}_\theta \cdot \vec{A}_\gamma \quad (17)$$

A (12) ... (17) képletekből kitűnik, hogy a navigációs számítások során kettő vagy több trigonometrikus függvény szorzatát is képezni kell, ami bonyolult és hosszú számításokat igényel. Ezért az iránykoszinuszokat, mint önálló repülési paramétereket használják, mivel azok, a kezdeti értékek, valamint az  $\Omega_x$ ;  $\Omega_y$ ;  $\Omega_z$  szögsebességek ismeretében analitikusan számíthatók.

Az elméleti mechanikából ismert, hogy valamely  $\vec{R}$  vektor idő szerinti differenciáhányadosa a vizsgált pont sebességvektorát adja:

$$\vec{V} = \frac{d\vec{R}}{dt} = \dot{\vec{R}} \quad (18)$$

Ha a kiválasztott koordináta-rendszer  $\vec{\Omega}$  szögsebességgel forog az álló koordináta-rendszerhez képest, akkor az abszolút sebesség az alábbi képlet szerint számítható [3]:

$$\vec{V} = \frac{d'\vec{R}}{dt} = \frac{d\vec{R}}{dt} + \vec{\Omega} \times \vec{R} \quad (19)$$

ahol:  $d/dt$  - a mozgó koordináta-rendszerre vonatkozó deriválást jelent;

$d'/dt$  - az álló koordináta-rendszerre vonatkozó deriválást jelent.

A (19) egyenletnek három skalár egyenletből álló egyenletrendszer felel meg:

$$\begin{aligned}v_x &= \dot{x} + \Omega_y \cdot z - \Omega_z \cdot y \\v_y &= \dot{y} + \Omega_z \cdot x - \Omega_x \cdot z \\v_z &= \dot{z} + \Omega_x \cdot y - \Omega_y \cdot x\end{aligned}\quad (20)$$

Az  $\bar{R}$  vektor álló koordinátarendszerben történő differenciálása az alábbi kifejezéssel adható meg:

$$\bar{\dot{V}} = \dot{\bar{R}} = \begin{bmatrix} \dot{\zeta} & \dot{\eta} & \dot{\zeta} \end{bmatrix}^T \quad (21)$$

Az  $\bar{R}$  vektor differenciálását a forgó OXYZ koordinátarendszerben a következő összefüggés fejezi ki:

$$\bar{\dot{V}} = \dot{\bar{R}} = \begin{bmatrix} \dot{x} & \dot{y} & \dot{z} \end{bmatrix}^T \quad (21)$$

Az  $\bar{\Omega} \times \bar{R}$  vektoriális szorzat a következő módon írható fel:

$$\begin{aligned}\bar{\Omega} \times \bar{R} &= \bar{\bar{\Omega}} \cdot \bar{\bar{R}} \\ \bar{\bar{\Omega}} &= \begin{bmatrix} 0 & -\Omega_z & \Omega_y \\ \Omega_z & 0 & -\Omega_x \\ -\Omega_y & \Omega_x & 0 \end{bmatrix} \quad \bar{\bar{R}} = \begin{bmatrix} x & y & z \end{bmatrix}^T\end{aligned}\quad (23)$$

Az eddig elhangzottak értelmében a (19) egyenlet felírható a következő alakban is:

$$\vec{v} = \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -\Omega_z & \Omega_y \\ \Omega_z & 0 & -\Omega_x \\ -\Omega_y & \Omega_x & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \quad (24)$$

melyet kifejtve kapjuk a (20) egyenleteket.

A rögzített és a test-koordinátarendszer koordinátái között a következő mátrixegyenlet teremt kapcsolatot:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \xi \\ \eta \\ \zeta \end{bmatrix} \quad (25)$$

A (25) egyenlet a rögzített koordinátarendszerről a test-koordinátarendszerre történő áttérést adja meg. Ezt a forgatást az  $\bar{A}$  mátrix határozza meg egyértelműen.

Ha a navigációs számítások során a test-koordinátarendszerről kell áttérni a rögzített koordinátarendszerre, akkor a forgatásokat a következő forgatómátrix írja le egyértelműen:

$$\bar{C} = \bar{A}^T \quad (26)$$

A koordináta-transzformációt pedig az alábbi egyenlet határozza meg:

$$\bar{R} = \bar{C} \cdot \bar{R}' \quad (27)$$

ahol:

$$\bar{R} = \begin{bmatrix} \xi & \eta & \zeta \end{bmatrix}^T \quad - \text{a rögzített koordinátarendszer koordinátáinak oszlopvektora;}$$

$$\vec{R}' = \begin{bmatrix} x & y & z \end{bmatrix}^T \quad - \text{ a test koordinátarendszer koordinátáinak oszlopvektora;}$$

$$\vec{C} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{23} \\ a_{13} & a_{23} & a_{24} \end{bmatrix} = \vec{A}^T \quad - \text{ forgatómátrix.}$$

Az iránykoszinuszok és az  $\Omega_x$ ;  $\Omega_y$ ;  $\Omega_z$  szögsebességek közötti kapcsolat a (27) egyenlet differenciálásával határozható meg:

$$\dot{\vec{R}} = \vec{C} \dot{\vec{R}}' + \dot{\vec{C}} \vec{R}' = \vec{C} (\dot{\vec{R}}' + \vec{A} \vec{C} \dot{\vec{R}}') \quad (28)$$

A (28) és a (24) egyenlet fizikai tartalma megegyezik [1], ezért összehasonlítva őket a következő megállapítást tehetjük:

$$\dot{\vec{C}} - \vec{C} \vec{\Omega} = 0 \quad (29)$$

A (29) egyenlet az inerciális navigáció elméletében POISSON-egyenletként ismert. Így tehát, ha a navigációs rendszer működése a repülőgép  $\vec{n}$  abszolút szögsebességvektora  $\Omega_x$ ;  $\Omega_y$ ;  $\Omega_z$  összetevőinek mérésén alapszik, akkor a rögzített és a test-koordinátarendszerek közötti áttérések iránykoszinuszait a (29) POISSON-egyenlet integrálásával kapjuk.

A POISSON-egyenlet:

$$\begin{bmatrix} \dot{C}_{11} & \dot{C}_{12} & \dot{C}_{13} \\ \dot{C}_{21} & \dot{C}_{22} & \dot{C}_{23} \\ \dot{C}_{31} & \dot{C}_{32} & \dot{C}_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 & -\Omega_z & \Omega_y \\ \Omega_z & 0 & -\Omega_x \\ -\Omega_y & \Omega_x & 0 \end{bmatrix} \quad (30)$$

A (30) mátrixegyenletet kifejtve kilenc egyenletet kapunk:

$$\begin{aligned}
 \dot{c}_{11} &= c_{12} \cdot \Omega_z - c_{13} \Omega_y; & \dot{c}_{21} &= c_{22} \Omega_z - c_{23} \Omega_y \\
 \dot{c}_{12} &= c_{13} \cdot \Omega_x - c_{11} \Omega_z; & \dot{c}_{22} &= c_{23} \Omega_x - c_{21} \Omega_z \\
 \dot{c}_{13} &= c_{11} \cdot \Omega_y - c_{12} \Omega_x; & \dot{c}_{23} &= c_{21} \Omega_y - c_{22} \Omega_x \\
 \dot{c}_{31} &= c_{32} \cdot \Omega_z - c_{33} \cdot \Omega_y \\
 \dot{c}_{32} &= c_{33} \cdot \Omega_x - c_{31} \cdot \Omega_z \\
 \dot{c}_{33} &= c_{31} \cdot \Omega_y - c_{32} \cdot \Omega_x
 \end{aligned} \tag{31}$$

A  $\bar{C}$  forgatómátrix egyes elemeit a (30) egyenletrendszer egyenleteinek integrálásával, a kezdeti feltételek figyelembevételével lehet meghatározni:

$$\begin{aligned}
 c_{11} &= \int_0^t \left[ c_{12} \cdot \Omega_z - c_{13} \cdot \Omega_y \right] dt + c_{11}^0 \\
 c_{12} &= \int_0^t \left[ c_{13} \cdot \Omega_x - c_{11} \cdot \Omega_z \right] dt + c_{12}^0 \\
 c_{13} &= \int_0^t \left[ c_{11} \cdot \Omega_y - c_{12} \cdot \Omega_x \right] dt + c_{13}^0 \\
 c_{21} &= \int_0^t \left[ c_{22} \cdot \Omega_z - c_{23} \cdot \Omega_y \right] dt + c_{21}^0 \\
 c_{22} &= \int_0^t \left[ c_{23} \cdot \Omega_x - c_{21} \cdot \Omega_z \right] dt + c_{22}^0
 \end{aligned} \tag{32}$$

$$c_{23} = \int_0^t (c_{21} \cdot \Omega_y - c_{22} \cdot \Omega_x) dt + c_{23}^0 \quad (33)$$

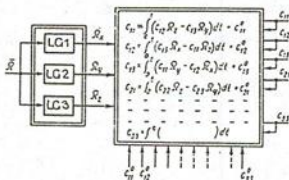
$$c_{31} = \int_0^t (c_{32} \cdot \Omega_z - c_{33} \cdot \Omega_y) dt + c_{31}^0$$

$$c_{32} = \int_0^t (c_{33} \cdot \Omega_x - c_{31} \cdot \Omega_z) dt + c_{32}^0$$

$$c_{33} = \int_0^t (c_{31} \cdot \Omega_y - c_{32} \cdot \Omega_x) dt + c_{33}^0 \quad (34)$$

A (32), (33) és (34) egyenletrendszerekből az következik, hogy az iránykoszinuszok számítása visszacsatolt rendszerben történik, a kez-

deti értékek figyelembevételével (4. ábra).



4. ábra

Az egyes integrátorok bemenetére (4. ábra) az iránykoszinuszok és a megfelelő szögsebességek szorzatának különbsége kerül. Az iránykoszinuszok kezdeti értékeit korábban megadják. A kezde-

ti értékek a repülőgép test- és rögzített koordinátarendszerének kiindulási eltérését adják meg.

Ha ismeretesek a  $\bar{C}$  mátrix  $C_{ij}$  elemei, szükség esetén kiszámíthatók a repülőgép Euler vagy Krilov szögei. A már korábban bevezetett Euler szögeket  $\psi$ ,  $\theta$ ,  $\gamma$  a következő képletek alapján lehet számítani [1]:

$$\begin{aligned}\theta &= \arcsin C_{21} \\ \gamma &= \arctg \left[ -\frac{C_{23}}{C_{22}} \right] \\ \psi &= \arctg \left[ -\frac{C_{31}}{C_{11}} \right]\end{aligned}\quad (35)$$

Lézergiroszkópokra épül a BOEING-767 repülőgép inerciális navigációs rendszere (IRS - Intertial Reference System), mely az FMS (Flight Management System) repülésvezérlő rendszer egyik fontos részét képezi [4].

#### IDEZETT IRODALOM

1. Pelpor, D.Sz.: Giroszkopicseszkiek szisztemi Visszaja skola, Moszkva, 1988.
2. G.A.Korn - T.M.Korn: Matematikai kézikönyv műszakiaknak Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
3. Dr. Rácz Elemér: Repülőgépek Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.
4. Top Gun 1993. 9. szám.



## FEDÉLZETI BERENDEZÉSEK AZ ÉJSZAKAI, VALAMINT A BONYOLULT IDŐJÁRÁSI VISZONYOK KÖZÖTTI HARC MEGVIVÁSÁHOZ

Fordító: Gergely László mk. százados

A taktikai repülőgépeket harci alkalmazási lehetőségeik kiszélesítése érdekében különböző berendezésekkel szerelik fel az éjszakai, illetve bonyolult időjárási viszonyok közötti harc sikeres megvívása érdekében.

Ezek a berendezések lehetnek:

- a mellső légtér figyelését végző infravörös rendszerek (FLIR);
- infravörös, rádiólokációs vagy lézerberendezéssel szerelt konténerek;
- éjjellátó szemüvegek;
- térkép-kijelzők;
- elektronikus térképmegjelenítők;
- többfunkciós kijelzők.

A mellső légtér figyelését végző infravörös rendszerek (FLIR) a következő előnyökkel és hátrányokkal rendelkeznek:

Előnyök:

- bármilyen megvilágítás mellett alkalmazható;
- a repülési adatok felvihetők a képre;
- a kép nem folyik szét;
- bizonyos esetekben csapadékos időjárás esetén is alkalmazható (pl. köd);

Hátrányok:

- az érzékelőt hűteni kell;
- a rendszer közvetett képet ad;

- a hőárnyékolók miatt egyes tárgyak nem jelennek meg a képen;
- viszonylag magas ár;

Az infravörös rendszerekben az érzékelők 77 K hőmérsékletre vannak lehűtve, cseppfolyós gázok segítségével. Az ilyen érzékelők lehetővé teszik a 0,8° hőmérsékletkülönbség érzékelését is.

Az infravörös rendszerek lehetnek széles-, illetve kislátószögűek.

A széles látószögű rendszerek biztosítják az útvonalljellegzetes pontjainak és a célkörzetnek a kiválasztását, de az egyes célokat nem képes észlelni.

A kislátószögű infravörös rendszereket célmegjelölésre használják, mert ezek a rendszerek képesek felfedezni a célt már nagy távolságból és kivétíteni felnagyított képüket az indikátorra. Az infravörös rendszerek a 8-13 mikrométeres hullámhossz tartományban dolgoznak. Az infravörös rendszerrel kapott képet a reflex üvegre vetítik ki.

Európai viszonyok között, ahol télen a nappali világosság átlag 5 órahosszáig tart, az infravörös rendszer (éjjellátó szemüveggel kiegészítve) biztosítja a földi célok elleni tevékenységet, megközelítőleg napi 15 órán át.

#### EJJELLÁTÓ SZEMÜVEGEK

Ezek a szerkezetek a következő előnyökkel és hátrányokkal rendelkeznek:

Előnyök:

- közvetlen hatást biztosít;

- térhatású kép;
- kis tömeg;
- olcsó ár;
- egyszerű felhasználás;
- természetes kép.

#### Hátrányok:

- a fényes objektumok elmosódása;
- nincs lehetőség a repülési adatok felvitelére;
- egy minimális megvilágítási szint alatt nem alkalmazható;
- biztosítani kell a műszerfal és a kabin megfelelő megvilágítását.

Harci repülőgépek vezetői számára dolgozta ki a HADLAND PHOTONICS cég az EAGLE EYE típusú éjjellátó szemüveget, melynek tömege kevesebb mint 500 g. A berendezés mindössze 35 mm távolságra van a repülőgépvezető szemétől, ami biztosítja a fej súlypontjának lehető legkisebb mértékű elmozdulását, valamint katapultáláskor a gép biztonságos elhagyását külön automatikus berendezés nélkül. Ezenkívül ez a megoldás biztosítja a lehető legkisebb terhelést a repülőgépvezető számára az éles manőverek végrehajtásakor, amikor jelentős túlterhelések lépnek fel.

A szemüvegen megtalálható a lencserendszer, de felhasználják az üvegszál optika elemeit is, ami lehetővé teszi a holografikus kép fényerősítők oldalra történő kihelyezését a sisakban. A felerősített képet a szem előtt elhelyezett  $120^{\circ} \times 110^{\circ}$ -as látómezőt biztosító ernyőre vetítik. Lehetőség van más berendezés által kidolgozott jel felvetítésére is (pl. infravörös rendszertől).

Az angol FERRANTI cég a NITE típusú szemüveget dolgozta ki, melynek tömege 880 gramm és  $40^{\circ}$ -os látómezővel rendelke-

zik. Az eszköz hordhelyzetben a repülőgépvezető homlokán van elhelyezve.

#### TERKÉP-KIJELZŐK

A repülőgép személyzetek nagy része a légi navigáció során papírból készült térképeket használ. Ugyanakkor a konkrét harcfeladat végrehajtása során nehéz, néha lehetetlen a térképet hajtogatni, megkeresni rajta az azonosító te-reptárgyakat, elolvasni megnevezésüket. Ezen nehézségek ki-küszöbölésére néhány repülőgéptípust (HARRIER, JAGUAR, A-7, F-18, TORNADO stb.) felszereltek egy újfajta, úgynevezett mozgótérképes rendszerrel. Ennél a rendszernél a térképet egy 35 mm-es diára fényképezik, majd ezt a diaképet vetítik egy képernyőre. A diafilm megfelelő helyzetbe történő állí-tását egy mechanikus filmtovábbító berendezés végzi. Az ilyen mozgótérképes kijelzők hatékony kapcsolatot biztosíta-nak a repülőgép vezetője, valamint a navigációs rendszer kö-zött. Viszont el kell ismerni, hogy ezek a rendszerek sok hiányossággal is rendelkeznek, melyek gátolják széleskörű elterjedésüket. Eppen ezért több cég is foglalkozik új rend-szerű térképkijelzők kifejlesztésével, amelyeknél a térképé-szeti adatokat digitális memóriában őrzik. Az ilyen típusú indikátorra jó példa a DRACAR nevű berendezés.

A DRACAR térképkijelzők felbontása 512x512 pont. A kép másodpercenként 20-szor kerül kialakításra és 60 Hz frekven-ciával kivetítésre. Ennek köszönhetően a kapott kép nagy stabilitású és minősége megközelíti a repülő szimulátorok képminőségét. A lépték változtatása is kevesebb, mint 1 s alatt megvalósítható. Az ilyen minőség biztosítása hatalmas számító kapacitást igényel. A számítógépnek el kell érnie a másodpercenkénti 100 milliós műveleti sebességet. A korábbi térképkijelzőkhöz képest a DRACAR több speciális feladatot is képes ellátni. Az egyik ezek közül a veszélyes repülési magasság elérésekor a figyelmeztető jelzés adása, ami bizto-

sítja a cél kismagasságon való biztonságos megközelítését. A képernyőn a repülési magasságon lévő tereptárgyak narancssárga színnel vannak jelölve, a repülési magasság fölötti tereptárgyak pirossal, míg az alacsonyabbak zöld színnel. Ezzel egyidejűleg - a repülőgépvezető kérésére - a képernyő bal részén megjeleníthető a repülőgép előtti domborzat függőleges metszetének képe. Annak érdekében, hogy a repülőgépvezető figyelmét a fő feladattól ne vonják el, a veszélyes magasság jelzésének üzemmódjában a képernyőn nem jelenítik meg az útvonalat, a hidrografikai adatokat és a földrajzi megnevezéseket sem.

A SRACAR - berendezés felhasználva a különböző repülési paramétereket és a lokátorbesugárzás jelzőberendezést kijelzi a besugárzó lokátor helyzetét, sőt kijelzi a legbiztonságosabb útvonalat is.

#### KONTÉNERES RENDSZEREK

Napjainkban már sokféle konténer áll rendszerben, melyek biztosítják a célok megsemmisítését éjjel, vagy rossz meteorológiai viszonyok között. Ezekben különböző infravörös, rádiólokációs, illetve lézerberendezés található. Közülük az ismertebbek:

A LANTIRN-RENDSZER, mely biztosítja:

- a repülést és a navigációt terepkövető üzemmódban éjjel és nappal;
- lézer célmegjelölést, álló földi célok elfogását és folyamatos követését;
- hat különböző cél követését és MAVERICK típusú rakéták automatikus indítását mind a hat célra 8-12 másodperc lefolyása alatt.

A rendszer berendezései két konténerben találhatók:

- a., navigációs konténer
- b., célmegjelölő konténer.

A navigációs konténerben gyorsan cserélhető blokkok biztosítják:

- a terep követését;
- a szükséges számítások elvégzését és a szükséges adatok kijelzését a fülkében elhelyezett indikátoron;
- az elektromos táplálást;
- a környező közeg paramétereinek beállítását.

A navigációs blokkban a következő berendezések találhatók:

- terepkövető lokátor;
- a mellső légteret figyelő infravörös rendszer;
- vezérlő számítógép;
- a környező közeg paramétereinek szabályozó blokkja;
- a környező közeg paramétereinek szabályozó blokkját vezérlő berendezés;
- beépített ellenőrző rendszer;
- tápegység.

A lokátor öt üzemmódban dolgozhat, melyek közül egy kifejezetten az esőben végrehajtott harctevékenységek biztosítására szolgál. Egy másik üzemmód a kisugárzás felderítésének minimális valószínűségét biztosítja.

Ha egy repülőgépet - amely rendelkezik elektronikus térképkijelzővel és inerciális navigációs rendszerrel - felszerelünk a LANTIRN rendszerrel, akkor ez a gép képes végrehajtani teljesen rejtett navigációt a lokátor bekapcsolása nélkül. Az infravörös érzékelő-rendszert el lehet fordítani

a repülőgép várható elfordulásának irányába, ami lehetővé teszi a teráp figyelését még a forduló megkezdése előtt. A navigációs konténer 1,98 m hosszú, átmérője 0,3 m és 200 kg tömegű.

A célmegjelölő konténer a kisméretű célok éjszakai támadását biztosítja. Három szerkezeti részből áll. A fejrész a hossz tengelye körül  $360^{\circ}$ -kal, míg kereszt tengelye körül  $10^{\circ}$ - $150^{\circ}$ -ig fordulhat el, ami a szükséges látómezőt biztosítja.

A fejrészben a következő berendezések találhatók:

- FLIR-rendszer, két látómezővel (a keskeny  $2,25^{\circ} \times 2,25^{\circ}$ , míg a széles  $10,8^{\circ} \times 10^{\circ}$ );
- kardán függesztéssel stabilizált tükör;
- a FLIR-rendszer látószögét átkapcsoló optikai berendezés;
- a lézer célmegjelölő és távolságmérő adója és vevője.

A középső rekesz foglalja magába az elektronikus berendezéseket, úgy mint:

- vezérlő számítógép;
- a rakéta koordinátorok tengelyét vezérlő berendezés;
- a MAVERICK rakéták csatoló egysége;
- az automatikus célkövetés központi blokkja;
- lézer szinkronizáló és távolságszámító egység;
- tápegység;
- szabad hely a célfelismerő blokk számára.

A hátsó rekeszben helyezték el a külső közeg paramétereinek szabályozó blokkját. A célmegjelölő konténer 2,49 méter hosszú, 0,38 méter átmérőjű és 240 kg tömegű. A közepes Üzemidő az első meghibásodásig 75 óra.

A PATHFINDER-rendszer a LANTIRN-rendszer egyszerűsített export változata. Ebben a rendszerben két infravörös egység található. A keskeny látómezejű rendszer kétszeres nagyítást biztosít, ami lehetővé teszi a cél felismerését és támadását az ellenség légvédelmi eszközeinek hatósugarán kívülről is. Az infravörös rendszer látómezeje  $63^{\circ} \times 65^{\circ}$ , és itt is lehetséges a rendszer hossz tengelyének elfordítása. A konténer hossza 1,98 méter, átmérője 0,24 méter és tömege 73,5 kg. A LANTIRN-rendszer alapján a MARTIN MARIETTA cég (USA) ugyan-csak előállít célmegjelölő konténert SHARPS HOOTER név alatt.

#### AZ ATLANTIC-RENDSZER

A rendszer konténerében a NIGHT BIRD infravörös rendszer található, mely magába foglalja a célok hőjeleit kiválasztó blokkot. Ez a blokk biztosítja a páncélozott célok felderítését és ezen célok hőjeleinek kiválasztását. A rendszer lehetővé teszi 16 cél egyidejű követését és 8 forró pont kijelölését a kijelzőn. A konténer az adatátvitel szempontjából megfelel a MIL-STD-1553 szabványnak. A konténer hossza 2,41 méter, átmérője 0,25 méter és tömege 100 kg.

#### A TRAM-RENDSZER

Ez a rendszer a következő alapvető feladatok végrehajtását biztosítja:

- nem rádiólokációs célok felderítését, felismerését és leküzdését éjjel és nappal;
- a lézeres önrávezető fejjel szerelt megsemmisítő eszközök rávezetését a röppálya befejező szakaszán;
- az előretolt operátor által lézerrel megvilágított célok felderítését és támadását;

A TRAM-rendszerbe a passzív FLIR-adó, a lézer távolság-



mérő és célmegjelölő, valamint a lézervevő tartozik. A FLIR-adó a 8-12 mikrométeres hullámhosszon dolgozik. A céljel egy tiszáryalatu szürke képernyőn kerül megjelenítésre. Az adó optikai rendszere 13-szoros nagyítást biztosít, miközben a látómező változása 5:1 arányú.

A távolságmérő és célmegjelölő berendezés egy 1,06 mikrométeres hullámhosszon működő impulzus lézer. A lézerberendezés vezérlését a fedélzeti számítógép végzi. A lézervevő jele ugyancsak a FLIR-rendszer képernyőjén kerül megjelenítésre. A TRAM-rendszer minden adója azonos pontra néz. A TRAM-rendszer elemei egy girostabilizált alaplapon vannak elhelyezve, mely egy 50 cm átmérőjű gondolával van egybeépítve. A gondola központi részén egy nagy objektív található a FLIR-rendszer részére, és két kisebb a lézervevő, a célmegjelölő, valamint távolságmérő számára. A földön fel- és leszállás közben a gondola szüllyesztett helyzetben van az objektívek védelmére és csak repülés közben kerül üzemii helyzetbe.

#### A TIALD-RENDSZER

A rendszer konténerében a mellő légteret pásztázó infravörös berendezés és vele azonos tengelyű lézertáv mérő, illetve célmegjelölő, valamint automata célkövető-rendszer található. E berendezésben a célok zavaroktól való megkülönböztetésére a célkövetés korrekciós módszereit és algoritmusait használják fel a céljel tömegközéppontja vagy kontúrja szerint. Az érzékelők  $+50^{\circ}$ -tól  $-150^{\circ}$ -ig elfordíthatók. Az olasz AERITALIA cég részvételével e rendszer újabb változatát is kidolgozták, amelyben kiegészítőleg egy az infravörös közeli tartományban működő televíziót is elhelyeztek. Ezen rendszer légi vizsgálatai 1989-ben kerültek végrehajtásra a FERRANTI cég jóvoltából. A vizsgálat megállapította, hogy segítségével az előzőhöz képest megnövekedtek a repülőgépek alkalmazási lehetőségei a rossz időjárási viszonyok

között. A TIALD konténer lehetővé teszi a közvetlen földközeli harctevékenységet. Az infravörös rendszer dinamikai jellemzői kizárják, még 30 méteren végrehajtott gyors manőverek esetén is a jel szétesését, elkenődését. Az elkövetkezendő időkben várható a TIALD-rendszer további fejlesztése, harci alkalmazási lehetőségeinek kiszélesítése. E célból a rendszer fel lesz szerelve a légi célok felderítését is el látni képes infravörös berendezéssel. A konténer hossza 2,6 méter, átmérője 0,305 méter, tömege 150 kg.

#### AZ ATILIS-RENDSZER

Az ATILIS MK-2 rendszer konténerében egy széles és keskeny látószögű televízió, lézer távolságmérő és célmegjelölő, célkövető rendszer, valamint egy számítógép található. A televíziós rendszer 20-szoros nagyítást biztosít, maximális működési távolsága meghaladja a 10 kilométert, teljesítményszükséglete 2,3 kW. Az infravörös rendszer optikai tengelye függőleges síkban  $-180^{\circ}$ -tól  $+15^{\circ}$ -ig téríthető ki. Az ATILIS továbbfejlesztett változata magába foglalja a TPT cég szabványos moduljaiból épített infravörös rendszert és a változtatható látómezőű televíziót is, amely a CLDP (Convertible Laser Designation Pod) elnevezést kapta. A konténer ablaka cink-szulfát anyagú, mely az infravörös sugárzás és a lézer számára átlátszó. a konténer hossza 2,52 méter, átmérője 0,305 méter, tömege 170 kg.

#### AN/AAS-38 RENDSZER

Valóságos időléptékű hőtelevíziós kép létrehozására szolgál, a célok felderítésére, felismerésére és követésére. A rendszer magába foglalja a vevőt, az afokális optikai rendszert, az illesztő processzort, a tápegységet és egyéb berendezéseket. A rendszer két látómezővel üzemelhet, melyek mérete  $2 \times 3$ , illetve  $12 \times 12^{\circ}$ . A stabilizáló pontossága 35 m-

liradián, a célmegjelölésé 400 mrad, míg a célkövetésé 230 mrad. Az optikai rendszer tengelye függőleges síkban  $30^{\circ}$ -tól  $150^{\circ}$ -ig, dőlési síkban  $\pm 540^{\circ}$ -ig elfordítható. A rendszer elemei egy 1,83 méter hosszú, 0,33 méter átmérőjű konténerben nyertek elhelyezést. A konténer tömege 151,5 kg. Az AN/AAS-38 alapján került kidolgozásra a NITE OWL rendszer, mely modernizált infravörös érzékelőt, lézer távolságmérőt és célmegjelölőt, valamint egy hűtőblokkot foglal magába. Ennek a konténernek a hossza 2,29 méter, átmérője 0,33 méter, míg tömege 178 kg.

#### A LANA-RENDSZER

Egy AN/AAR-49 jelű infravörös berendezést, egy AN/APQ-129 jelű rádiólokátor állomást, valamint egy terepkövetést lehetővé tevő vezérlőrendszert foglal magába, konténerre 2,24 méter hosszú, 0,45 méter átmérőjű. Az össztömeg 227 kg.

#### A RUBY-RENDSZER

A konténerben egy infravörös berendezés és jelfeldolgozó eszközök találhatók. Az infravörös készülék két tartományban dolgozhat:

- a  $300^{\circ}\text{C}$  körüli hőmérséklettel rendelkező objektumok érzékelésére a 3-5 mikrométeres tartományban és
- a  $20^{\circ}\text{C}$  körüli hőmérséklettel rendelkező objektumok érzékelésére a 8-12 mikrométeres tartományban.

A rendszer hatótávolsága 10-12 km, ami esőben, ködben kismértékben csökken. A berendezéstől kapott kép a reflexúvegen jelenik meg,  $24 \times 16^{\circ}$ -os látómezővel. Az optikai kialakításnak köszönhetően lehetséges  $8 \times 4^{\circ}$ -os látómező létrehozása, ami négyszeres nagyítást biztosít és lehetővé teszi a

célok felismerését. Ezen kívül elektronikus úton előállítható  $3 \times 2^\circ$ -os látómező, ami nyolcszoros nagyítást eredményez, miközben optikai úton lehetséges a kép mozgatása az érzékelők mozdulatlan helyzetében is. A rendszer üzemmódjai:

- irányvonal vezérlés;
- elektronikus nagyítás;
- a legforróbb pontok kijelzése;
- különböző jellegű képek létrehozása;
- automatikus célkeresés és -követés;
- az irányzóvonal rögzítése.

Az optikai rendszer burkolata a megfelelő szilárdság biztosítása érdekében az infravörös sugárzást jól átvezető speciális bevonatot kapott. Repülés közben, ha a rendszer nem működik az optikai rendszert egy fémfüggöny védi a külső behatásoktól és a szennyeződéstől. Az infravörös érzékelőt magába foglaló első rekesz hermetikusan zárt és az érzékelő megfelelő érzékenységeinek biztosítására hűtőberendezéssel is fel van szerelve. A hűtőközeg cseppfolyós nitrogén. Az elektronikus berendezéseket magába foglaló központi rekesz levegővel hűtött. Kis látószög esetén a kép vibrációjának kiküszöbölésére kétgiroszkópos girostabilizált alaplapot alkalmaznak. A rendszer konténere 2,85 méter hosszú, 0,28 méter átmérőjű és 100 kg tömegű. 10800 méteres magasságig és max. 1100 km/h sebességig alkalmazható.

#### Elektronikus térképmegjelenítők

A terep domborzatának követését az egyes tereptárgyak kikerülését teszik lehetővé kismagasságú, illetve közvetlen földfelszín feletti repülés esetén. E berendezések megfelelő pontosságúak és minimális a felfedhető kisugárzásuk. Az ilyen rendszerek térképészeti adatai elektronikus memóriákban, digitális formában vannak elhelyezve. A kép ezen adatok alapján kerül kidolgozásra, és a megfelelő fényerővel és

felbontással a képernyőn jelenítik meg. Az elektronikus térképmegjelenítők nagy rugalmasságúak, nem jellemző rájuk a mechanikus térképkövetők hátrányai, minden nehézség nélkül együttműködhetnek a repülőgép különböző adóival. Repülés közben a rádió magasságmérő folyamatosan méri a terep feletti repülési magasságot, melyet továbbít az összehasonlító blokkba, ahol a mért adatok összevetésre kerülnek a memóriában tárolt adatokkal. Ha a két érték között eltérés van, vezérlőjel kerül kidolgozásra, ami a repülőgép automatikus vezérlőberendezésén keresztül biztosítja a kormánysszervek szükséges mértékű és irányú kitérítését. A mellő légtérrel figyelő eszközök, melyek a rendszer szerves részeit képezik, lehetnek hagyományos rádiólokátorok, lézerekátorok, a FLIR-rendszerek, stb.

A repülőszerkezet helyének meghatározására felhasználható például az inerciális navigációs rendszer. A hagyományos giroszkópokkal szerelt inerciális navigációs rendszerek helyett napjainkban mindinkább terjednek a lézergiroszkóppal szerelt rendszerek, melyek megbízhatóbbak, pontosabbak és kisebb a tömegük. Természetesen lehetséges a műholdas navigációs rendszer (GPS) felhasználása is.

Nézzünk meg néhány elektronikus térképmegjelenítőt közelebbről:

#### AZ ITARS-RENDSZER

Ez a rendszer nem más, mint egy adatörző és megjelenítő berendezés, ami a biztonságos kismagasságú repülés elősegítése érdekében háromdimenziós térképet rajzol a megjelenítőre, színekkel jelölve a terep jellegzetességeit. A rendszer az Amerikai Egyesült Államok védelmi minisztériumának térképészeti hivatalától kapja az őrzött adatokat. A rendszer első berendezései  $34000 \text{ km}^2$  területről őriztek adatokat, míg az újabbak már  $856000 \text{ km}^2$ -ről. Az információ a dombor-

zatról nagy mozgó térkép formájában áll a repülőgépvezető rendelkezésére, vagy a gép előtti terep perspektivikus képe kerül kivetítésre a reflexüvegre. Ezenkívül a műszerfalon is található egy képernyő, melyen egyéb navigációs és harcászati információk is megjeleníthetők.

Az ITARS-rendszer lehetővé teszi az automatikus adatcserét más fedélzeti rendszerekkel. E rendszer felhasználása lehetővé teszi, hogy a személyzet még a repülés előtt, a felkészülés időszakában megismerkedjen a várható tereppel az ellenséges légvédelem elhelyezkedésével, ami még a földön lehetővé teszi a legbiztonságosabb útvonal kiválasztását.

#### A TERPROM-RENDSZER

Ez a rendszer a repülőgép pontos helyzetének meghatározására szolgál a terep domborzata alapján. A rendszer egy inerciális navigációs rendszerből, rádiómagasságmérőből és egy megfelelő kapacitással rendelkező számítógérségből áll.

A TERPROM-rendszer általános esetben a következőképpen dolgozik:

- a magasságmérő, a repülési paraméterek blokkja és az inerciális navigációs rendszer információt szolgáltat a TERPROM részére a repülőgép navigációs paramétereiről;
- a számítógérség navigációs paraméterek alapján meghatározza a repülőgép számított helyzetét, beolvassa a memóriából a számított pontnak megfelelő magasságot, összeveti a mért adattal, a Kálmán-szűrő algoritmus alapján kiszámolja a horizontális és magassági hibát.

A rendszer 100-200 méterenként ismétli ezt a folyamatot.

## A PENETRATE-RENDSZER

Ez a rendszer, ami általában az ellenséges légvédelmen kismagasságban áthaladó taktikai légierőn kerül alkalmazásra, a következő feladatok végrehajtását biztosítja:

- a repülőgép helyzetének meghatározását a mért adatok és a tárolt adatok összevetése alapján, néhány tízméteres pontossággal;
- a műszerfalon elhelyezett kijelzőre kivetíti a térképet, jelölve rajta a jellegzetes tereptárgyakat, a veszélyforrásokat, az ellenséges lokátorok sugárzásától árnyékoló zónákat, stb.;
- felvetíti a homloküvegre a terep háromdimenziós képét a szükséges navigációs és taktikai adatokkal együtt, sőt szükség esetén egyszerűsített képet is biztosíthat, mint például csak a kiemelkedő tereptárgyak kontúrját jeleníti meg, már akkor amikor ezek a tereptárgyak vizuálisan még nem láthatók;
- az optimális repülési útvonal kiszámítását és kijelzését a megfelelő kijelzőn;
- az infravörös mellőző légteret figyelő rendszer képének kivetítését a kijelzőre.

A rendszer a következő elemeket foglalja magába:

- barometrikus magasságmérő;
- rádió magasságmérő;
- inerciális navigációs rendszer;
- infravörös rendszer;
- nagykapacitású fedélzeti számítógép.



A váratlanul feltűnő, az adatbankban nem szereplő te-reptárgyak felderítésére a rendszert ki lehet egészíteni egy pásztázó lézer-távolságmérővel is. Az új felderítési adatok és taktikai adatok bevitele a cserélhető blokkok segítségével a földön történhet, vagy a JTIDS-rendszer segítségével. Ugyancsak lehetséges a mért adatok földi állomásra való eljuttatása.

#### AZ A-6 REPÜLŐGÉP

A repülőgép egyik változata az A-6E rendelkezik a TRAM-rendszerrel és egy a többfunkciós AN/APQ-148 rádiólokátor-állomás által a célra irányított FLIR-rendszerrel. A cél elfogását követően a rendszer lézertávolságmérője megméri a céltávolságot és ez alapján kerül kiszámításra a harceszköz indítási, illetve oldási magassága. Az indítás előtt a FLIR-rendszer végzi a cél azonosítását. E repülőgép utolsó modifikációja az A-6F a FLIR-rendszeren kívül egy képcsöves kijelzővel és egy lézer célmegjelölővel is fel van szerelve.

#### AZ A-7D ES K REPÜLŐGÉPEK

Ezen a repülőgépeken megtaláljuk a LANA konténer-rendszert, infravörös érzékelőt, mely biztosítja a cél körzetének megjelenítését a homloküvegen. A rendszer képe nagymértékben hasonlít a nappali fénynél látható képre. A konténer-rendszer automatikus terepkövető alrendszere biztosítja a lokátorállomás és a robotpilóta közötti kapcsolatot.

#### AZ AV-8B ES HARRIER 6R.5 REPÜLŐGÉPEK

Ezen gépek a következő berendezésekkel vannak felszerelve:

- ATLANTIC konténer;
- széles szögű homloküveg;



- többfunkciós színes kijelző a műszerfalán, a mozgó térkép, valamint navigációs és harcászati adatok megjelenítésére.

A konténer-rendszer kezelőszervei a repülőgép vezérlőszervein találhatók.

#### AZ F-15E REPÜLŐGÉP

A repülőgép kifejezetten minden időjárási viszonyok közötti harctevékenységre tervezetett, aminek érdekében a következő berendezéseket szerelték fel:

- LANTIRN-rendszer;
- AN/APG-70 rádiólokátor-állomás.

A több üzemmódú AN/APG-70 lokátor földi célok elleni alkalmazáskor biztosítja a csoportos vagy egyedi célok elfogását nagy pontossággal, 20 km-es távolságon belül.

#### AZ F-16 REPÜLŐGÉP

Minden F-16C/D típusú repülőgép fel van szerelve a LANTIRN-rendszerrel. Ezen repülőgépek rendszerbe állítása 1989 első felében kezdődött. Napjainkban folynak egy új típusú F-16 légi kísérletei, mely gép az A-16 jelölést kapta. Ez a gép az A-10 típusú gép leváltására készül, tehát kimondottan a szárazföldi csapatok támogatására, a harcmező lefoglalására szolgál. Ezen feladat végrehajtása érdekében ez a gép a következő berendezésekkel rendelkezik:

##### 1./ FALCON EYE-RENDSZER

A rendszerbe a repülőgépvezető fejmozgása által irányított FLIR-rendszer, valamint a sisakra szerelt célmegjelölő

és kijelző-rendszer tartozik. Ez a FLIR-rendszer három blokkból áll:

- infravörös érzékelő;
- vezérlő blokk;
- tápegység.

Az infravörös érzékelő három szabadságfokú gömbcsuklós felfüggesztéssel egy 127 mm átmérőjű gömbbe van beszerelve a gép orr-részébe. Az érzékelő burkolata néhány centiméterrel kiemelkedik a gép orr-részének felső borításából. A repülőgépvezető fejének helyzetéről egy kétmágneses adó ad információt a FLIR-rendszernek. Az egyik adó a sisakon van elhelyezve, míg a másik kabintető meghatározott pontján.

#### A FLIR-RENDSZER TECHNIKAI ADATAI:

##### Felderítési zóna

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| helyszög szerint  | -60°-tól -20°-ig |
| oldalszög szerint | 150°-ig          |

##### Látómező

|         |             |
|---------|-------------|
| keskeny | 4° x 5,4°   |
| széles  | 22,5° x 30° |

##### Tömeg

49,1 kg

##### Telejsítményigény

|            |      |
|------------|------|
| egyenáram  | 50 W |
| váltakáram | 1 kW |

A FALCON EYE kutatási program keretében kétfajta sisak-kijelző-rendszer is kidolgozásra került. A HONEYWELL cég egy olyan indikátort készített, melyet az oxigén-maszakra lehet rögzíteni. Ez elbírja a katapultáláskor fellépő túlterhelést

is, biztosítja a FLIR-rendszer információinak megjelenítését és csatlakoztatható a rendszerben lévő sisakhoz. A megjelenítő egy 12,7 vagy 25,4 mm-es elektroncső.

A GEC AVIONICS cég által kifejlesztett sisak-kijelző a binokuláris visszatükrözés elvét használja, gyakorlatilag egy mini reflexűveget állít a hajózó mindkét szeme elé. Természetesen a rendszer üzemén kívül oldalra kifordítható. A lencse és a szem közötti távolság 25 mm, aminek következtében a periférikus látás biztosított, illetőleg lehetőség van szemüveg, illetve védőeszköz használatára is.

## 2. / TERPROM-RENDSZER

A kísérletek során a 80x80 km-es célkörzetről voltak adatok a fedélzeti adatbankban. Ezen adatok összevetése a mért adatokkal biztosítja a pontos információt a navigációs helyzetről, a cél helyéről, a fordulópontokról, a veszélyes magasság jelzését és az ismert helyű cél rejtett megközelítését. A TERPROM-rendszer kapcsolatban áll a fegyvervezérlő-rendszer számítógépével.

## 3. / AZ ATHS AUTOMATIKUS CÉLZŐRENDSZER

Ez a rendszer biztosítja a nagysebességű támadást már az első rácsapásra. A rendszer az előretolt megfigyelő felderítési adatait használja fel, amely információ kódolt formában valamennyi alegységhez eljut. Az ilyen céljel egy rombusz formájában jelenik meg a reflexűvegen.

## 4. / NAGYFENYÉRZÉKENYSÉGŰ TELEVÍZIÓS-RENDSZER LLTV

A FLIR-rendszer kiegészítő rendszere. Általában magas páratartalom mellett helyettesíti a FLIR-rendszert.

## 5. / CAT'S EYE ÉJJELLÁTÓ SZEMÜVEG

## 6. / MÓDOSÍTOTT KABINMEGVLÁGITÁST VEZÉRLŐ RENDSZER

Ez a rendszer biztosítja az éjjellátó szemüveggel való repülést, kikapcsolt megvilágítás mellett. Ha valamilyen repülési adatra van szükség, a rendszer biztosítja a műszerfal rövid idejű megvilágítását, majd ismét kikapcsolja a fényeket. Ez lehetővé teszi a biztonságos repülést, ugyanakkor éjszakai repüléskor csökkenti a felderítés valószínűségét ellenséges gépek által.

Az eddig felsorolt rendszereken kívül néhány kísérleti repülés során más rendszereket is felhasználtak, pl.:

- ATLANTIC konténer;
- PATHFINDER konténer;
- NITE OWI konténer;
- AN/AAR-50 TINS hőnavigációs-rendszer.

## AZ F-18 C/D REPÜLŐGÉP

Az éjjel és rossz időjárási viszonyok közötti harc eredményes megvívása érdekében ezek a repülőgépek az alábbi berendezésekkel vannak felszerelve:

- FLIR AN/AAS-38;
- CAT'S EYE éjjellátó szemüveg;
- AN/AAR-50 TINS hőnavigációs-rendszer;
- térkép-indikátor;
- a műszerfalon elhelyezett többfunkciós indikátor;
- speciális kabinmegvilágító rendszer.

A TORNADO GR.4 repülőgép az alábbi berendezésekkel lesz felszerelve:

- a kismagasságú éjjeli harctevékenységet biztosító navigációs rendszer, beleértve a FLIR-rendszert, éjjellátó szemüveget. A FLIR elemei a géptörzs alsó részében a LPMTS lézertáv mérő közelében nyertek elhelyezést.
- TRNS elektronikus térképmegjelenítő rendszer.
- Új típusú kijelzők a FLIR-rendszer részére.
- TIALD-rendszer.

#### FELHASZNALT IRODALOM

- "Armada Int.", 1989/90, 13, № 6, 22, 23, 24, 28, 30, 32, 34
- "Interavia Aecosp. Rev.", 1989, 44, № 9, 904-905, 907-908
- "Defence", 1990, 21, № 2, 137, 139
- "Military Technol.", 1990, 14, № 6, 112, 114-116, 118
- "Interavia", 1988, 43, № 4, 333-355
- "Aviat Week and Space Technol.", 1989, 132, № 6, 34-36, 41, 45-47
- "Int. Def. Rev.", 1989, 22, № 9, 1268
- "Air et Cosmos", 1990, № 1270, 20, 21

## A TOURS-I "CHRISTIAN MARTELL" VADÁSZREPÜLŐ-ISKOLA

A francia légierő magazinja, az AIR ACTUALITÉS  
1993. májusi számában megjelent riport fordítása

Fordította: Venyige László alezredes

Legfőbb vágyuk, hogy vadászpilóták lehessenek. Több, mint szenvedély, igazi elhivatottság. A tours-i 314. iskolaezredhez érkező fiatalok azért jönnek ide, hogy egy loopingokkal és zuhanórepülésekkel zsúfolt gyerekkori álmat váltsanak valóra. Hat hónap intenzív tanulás egy Alpha-jet kezelőszervei mellett, az utolsó állomás, mielőtt valamelyik vadászrepülő ezredhez kerülnének.

"Tegye vízszintesbe 280-on, mielőtt ráfordulna Amboise-ra. Azután irány Orléans." A parancs rövid, pontos. A pilótanövendék nyilván rögtön reagál, mert a repülés-szimulátor kabinja, amelyben a 314. iskolaezred hallgatója elhelyezkedik, mint egy szárny nélküli repülőgép, enyhén előredől.

A vezérlőteremben François Baritou őrmester bejegyzí az első értékelést. Egyetlen sebtében írt szó: "jó". Tőle balra Franciaország kivilágított térképe, jobbra a repülési körzet térképe, szinte uralja az eget. Egyszerre két szerepet kell eljátszania: az oktatópilótáét, mintha a gép hátsó ülésében foglalna helyet, meg a repülésirányítóét. Rádásul azzal a nehéz feladattal, hogy osztályozza a pilóták minden egyes tevékenységét, amikor beszállnak a vadásziskola három szimulátorának egyikébe. Előtte egy sereg gomb és szünet nélkül pislogó jelzőlámpák csillagképei. A hajtóanyag szintje úgy minden harmadik másodpercben egy osztással lejjebb száll a mérceén. Mivel a mai feladat egyszerű, Baritou őrmester "küld" egy kis szelet rádásnak, és előidézi az egyik repülési műszer meghibásodását: a magasság-mérő felmondja a szolgálatot. Kényes próba, hiszen az egész feladat éppen a műszeres repülés gyakorlására szolgál, a legkisebb szimulált látás nélkül.

A pilótanövendék nem késlekedik a reagálással. Először adatokat kér az oktatótól, hogy pontosítsa a helyzetét, majd kapcsolatba lép az orléans-i irányítóval, aki néhány további fordulót határoz meg neki. Csak ez után következhet a leszállás a bázison. Összpontosítani!

## Szimulált géphibák és katapultálás

A pilóta a kabinban erősebben lélegzik a maszkon keresztül. Közeledik a leszállási manőver. És hopp! Kész a baj. Az irányító döntése könyörtelen: "rossz a szög, a befejezés nagyon eltér az ideális pályától, újra ráadni a gázt". Baritou őrmester a repülési naplóban aláhúzza a "nem megfelelő"-t.

Pár perc múlva, amikor a pilótanövendék kiszáll a kabinból, a vonásai megnyúltak, az arca zavarodott. "Az biztos, hogy a szimulátor nem kelti azokat a valóságos érzéseket, mint például egy centrifuga, de a gyorsulások kiváltják a magassági ruha felfúvódását, az ember érzi a nyomást a hasán és a combjain, és egészen valószerű a berendezés a környezeti stressz szempontjából. A motorok zaja tökéletes, a rádiórendszer is azonos, és a repüléstechnika is ugyanaz. Így aztán, amikor beülünk az Alphajet-be, egy kicsit már otthon érezzük magunkat."

A tours-i pilótanövendékeket párhuzamosan oktatják szimulátoron és repülőgépen. A két eszköz kiegészíti egymást, amivel sok értékes időt nyernek. Lehetőség van rá, hogy olyan súlyos hibafajtákkal is találkozzanak, amilyeneket a magasban soha nem mernének előidézni. Még egy szimulált katapultálás is szerepel a programban, amelyre a hajtóművek leállása és a hidraulikarendszer súlyos zavarai után kerül sor. Így kilenc óra szimulátor és öt óra oktatórepülés után nyugodtan egyedül lehet hagyni a fiatalokat. Csak azért térnek vissza a szimulátorhoz, hogy újabb nehéz feladattípusra készüljenek fel, mielőtt az Alphajet-en hajtánák végre.

Szegény pilóta alig hogy kiszállt a berendezésből, máris egy újabb növendék jelenik meg a gép mellett. Ezúttal sötét csuklyával takarják be az átlátszó fülketetőt egy éjszakai repülés szimulálására. A délután kellős közepén járunk.

## Százhusz hallgató évente

A mai első gépek csak most kezdenek megjelenni az épület felett, ahogy a tours-i köd is felszáll lassan. A vadászrepülő-iskolának mintegy ötven Alphajet-je van, hogy egész éven át repültesse a növendékeket és a visszajárókat.



Amikor nagyobb számú csoport van bent egyszerre, nem ritka, hogy egyidőben húsz gép is köröz a környező légtérben. Ilyenkor szinte egy perc megállás sincs az iskola négy kiképző századánál. Amikor a jövő vadászpilótái Tours-ba érkeznek, már 120-140 óra repülési idő van a hátuk mögött, amelyet a salon-de-provence-i repülőiskola tisztjei Fougla Magister-en teljesítettek, a repülőhajózó tiszti növendékek pedig, akik Cognac-ból jönnek, miután kikerültek a légierő brétigny-i szelekciós központjából és elvégezték az avord-i hajózó alapképző iskolát, Epsilon típusú repülőgépen. Az előbbieket, akiknek az átlagos életkora 24 év, és zsebükben van a repülőiskola mérnöki oklevele, némi előnyben vannak az utóbbiakkal szemben (akik fiatalabbak, és gyakran csak érettségijük van), mert már vezettek sugárhajtóműves repülőgépet. A szimulátor azonban egyforma szintre hozza őket, és ha az alapképzésük különbözik is egymástól, innentől teljesen megegyező módon haladhatnak tovább.

Minden második hónapban újabb váltás vonul be a 705. légi bázisra, ahol a "Christian Martell" vadászrepülő-iskola települt. Alpha-k, Bravo-k, Charlie-k, Delta-k, Echo-k és Golf-ok követik egymást, összesen százhusz növendéket gyűjtve egybe a tanév során. Legtöbbjük a légierő egyenruhájában feszít, de találni köztük pár külföldi pilótát (főleg afrikaiakat) és a haditengerészet leendő pilótáiból is.

Mivel ugyanabból a repülőiskolából érkeznek, mint a légierő tisztjei, az utóbbiak is ugyanolyan képzésben részesülnek, és "vadász" képesítéssel kerülnek ki Tours-ból. Csak azután válnak el útjaik egymástól. A repülő-tisztek Cazaux-ba indulnak, azután vagy ők is oktatók lesznek, vagy beosztják őket a különböző századokba, a tengerészek meg Hyères-be, vagy az Egyesült Államokba utaznak, hogy megtanulják a hajósélet csínját-bínját.

Az oktatók között ugyancsak lehet találkozni tengerészekkel és külföldiekkel. A RAF kanadai származású oktatója, Neal Adams fifth lieutenant (a százados megfelelője) a Royal Air Force-nál. "Kértem egy három éves cserét Franciaországgal, hogy levegőt változtassak" - jelenti ki egy csipetnyi angol humorral. "De sok feladatot angolul kell levezetni. Jó egy kis tapasztalatszerzés, lehetővé teszi, hogy megismerjek egy új gépet, és össze tudjam hasonlítani. Nagy magasságon az Alpha-jet jobb, mint a Hawk, főleg fordulékonyabb, de én jobban szeretem az angol gépet, mert van benne hátul egy periszkóp, a kilátás kiváló, és ami a fő, ott van az a híres Mark X ülés, ami olyan kényelmes" - sógja kacsinva.



### 36 haderőnemközi kapcsolatok

Jóllehet a haderőnemek között kitűnő a kapcsolat, mégis mindegyik ad rá, hogy kifejezze a sajátosságait. Thierry fregatthadnagy például, akit már messziről észre lehet venni a bázison, soha nem válik meg a tengerészsapkájától, noha teljesen egyformán készítik fel a repülés veszélyeire a légierő és a haditengerészet pilótáit. "Mindenkinek azonos a munkarendje. A felszállás előtt egy órával kezdődik a típusfoglalkozás, amikor oktató és növendék magassági ruhában találkozik a század épületében. Ekkor veszik sorra az előttük álló feladat minden részletét. A repülés kb. egy órát vesz igénybe, néha kettőt, ha éjszakai, és mindegyiket azon melegében követi a kiértékelés."

Az oktató közben kitölt egy űrlapot. Minden egyes gyakorlatot értékel, és globális következtetést von le a növendéknek a feladat egésze alatti viselkedésére vonatkozóan. "Bizonyos általános képességeket, mint az önuralom, a módszeresség és a pontosság, az ítélőképesség és a kezdeményezőkészség, rendszeresen osztályozunk."

#### Kilencven óra repülés

A növendékek összesen legalább 85 órát repülnek 72 felszállás alatt. A program öt tárgykört tartalmaz:

- repülőgép-vezetés (18 felszállás, ebből 5 önállóan),
- kötelékrepülés (23 felszállás, ebből 6 önállóan),
- műszeres repülés (9 felszállás, mind oktatóval),
- navigáció kis magasságon (13 felszállás, amelyek között van egy különleges feladat, amikor két növendék ül egyazon gépben, amit "kölcösös navigálás"-nak neveznek),
- éjszakai repülés (7 felszállás, ebből 2 önállóan).

Mindezek a gyakorlatok párhuzamosan folynak, tekintve, hogy kiegészítik egymást.

Ha egy repülést "rossz"-nak minősítenek, rögtön engedélyeznek egy javító feladatot, hogy újra átvegyék az el nem sajátított mozzanatokat. Egy fiatal pilóta legfeljebb hét repülési pótfeladatot kaphat ílymódon.

A növendékek tárgykörönként egy-egy, összesen öt felmérésen esnek át a képzés során az iskola ellenőrző és átképző századánál, így győződnek meg róla, hogy elérték-e az egyes oktatási fázisok végére megkövetelt szintet.

"Az a cél, hogy a szorosan vett oktatási körülményektől eltérő helyzetbe kerüljenek" - tájékoztat Daniel Sidler őrnagy, ennek a bizonyos 6. századnak a parancsnoka. "Ha a tesztet nem találjuk kielégítőnek, lehetőséget adunk egy felzárkóztató ismételt tesztre. Amennyiben az sem sikerül, a növendékek a kiképzési tanács elé kerülnek, amely kizárhatja őket az iskolából."

Alexandre közéjük tartozik. Megbukott, és most itt lézeng az iskola kihalt folyosóján, miközben társai kondenzcsíkokat húzva hasítják a levegőt. "Van a vadászpilóta-iskolán egy meghatározott kvóta, amit nem haladhat meg a rossz jegyek száma" - közli mormogva. "Nekem hat elégtelenem van repüléstechnikából, meg repülésbiztonsági hiányosságok miatt. Elrontottam a felajánlott javító feladatot is, és a kiképzési tanács elvágott... A legrosszabb a kiesésben az a tudat, hogy az ember soha többé nem vezethet sugárhajtóműves együlést. Most majd át kell nyergelnem valami más szakra."

### Szigorú válogatás

Tours-ban a bukási arány 12 és 20 % között mozog, ami főleg a kurzus elején, a figyelemmegosztás hibáiból adódik. "Ez pilótanyelven azt jelenti, hogy a növendék túlságosan koncentrál a feladat egy oldalára egy másiknak a rovására. Ez abban nyilvánul meg, hogy létfontosságú műveletek közben kifelejt valamit, elmarad a reakciója, vagy ügyetlenkedik, következőképpen komoly hiányosságok mutatkoznak a repülés biztonságában, amiért piros lap jár" - fűzi hozzá Jean-Pierre Ollivier alezredes, az iskolaezred parancsnoka.

"Azt azért tudni kell, hogy egyetlen növendék sem esik ki váratlanul. Amikor elérkezik a végzetes bukáshoz, ő is tudja, hogy nem érzi magát ott-honosan a gépében. Az oktatói is elmondták már neki a különböző kiértékelések során. Ezért aztán nincs is soha vita az eltanácsolások körül."

Alexandre-nak nem marad más választása, mint beadni az átirányítási kérvényét. Megcélozhat egy másik szakterületet a légierő szükségletének és a saját képességeinek megfelelően.

"Azért tavaly is 120 fiatalnak adtuk át a bizonyítványt a hagyományos avatási ünnepségen, akik között két külföldi és vagy tizenöt tengerész volt" - folytatja Ollivier alezredes. "A növendékek száma csökken, de a válogatás kritériumai nem változnak. Ami az oktatókat illeti, kb. 80 főt megtartunk, mert a növendékeken felül az összes jövőendő oktató átképzése is az iskolaezred feladata. A századoknál tevékenykedők minden félévben visszajönnek egy pedagógiai felmérésre. Ugyanez vonatkozik Franciaország összes AlphaJet-pilótájára. A 6. század repülteti a visszajárókat is, akiknek van egy minimális évi repülési óránormájuk."

Mindent egybevetve a vadászrepülő-iskola 1992-ben 19.500 repülési órát használt fel, az azt megelőző évben pedig kerek 20.000-et. Összehasonlításként: egy hagyományos vadászrepülő ezredé 9.000 óra körül mozog évente. És ebben az évben - noha a növendékek száma csökkent - a repülési terv közel 15.000 órát irányoz elő, ami még mindig rengeteg.

### A repülés művészete

Az igazsághoz hozzátartozik, hogy jó nagy a tevékenységi terület, Orléans-tól Châteaudun-ig, Avord-on, Châteauroux-n, Poitiers-n, Nantes-on és Rennes-en át számos polgári és katonai repülőlétesítmény található az észak-nyugati körzetben. És amikor az iskolaezred külföldre látogat, Németországba, Angliába vagy más országba, a hallgatókat is magukkal viszik, hogy alkalmazzassák a bázison szerzett angol nyelvismeretüket.

Meg persze egyéb ismereteket, amelyek ugyancsak elő vannak írva a képzési program keretében. Mert a huszonhét hetet nemcsak arra használják a növendékek, hogy hősködjének a tours-i égbolton. A repülés művészetét a szárazföldön kezdik tanítani. Mielőtt még akár csak a szimulátorba is bemászhatnának, minden váltás négy hetet tölt el a földön. Az első hét napot a szaktechnikai oktatási bázis műhelyeinek az elmélyült tanulmányozására fordítják. Itt a növendékek - animációs padoktól és egy rekonstruált AlphaJet-től kiindulva - megismerkednek a repülőgép jellegzetes berendezéseivel, a katapultálás hidraulikájával. A végén tesztet írnak leendő gépük teljesítményadatairól és egyéb jellemzőiről.

## Tág lehetőségek a továbbhaladásra

A leendő vadászrepülők csak mindezek után nyerik el a legmagasabb jutalmat: az Alphajet-et. "Kétséggkívül a legjobb iskolagép a világon" - jelenti ki Ollivier alezredes. "A 70-es évek végén jött ki, hogy felváltsa a T 33-at, és sok közös vonása van a Jaguar-ral és a Mirage F1-gyel, amelyek még jó néhány vadászszázadnál rendszeresítve vannak. Tökéletesen megfelel a mi képzési követelményeinknek. Igazi kis játékszer, amely rendkívüli teljesítményekre képes "simán", vagyis fegyverzet nélkül. Nagyon jól lehet vele manőverezni ebben a formában. Légi harcban még a Mirage 2000-rel is összemérhető bizonyos magasságtartományban. Viszont nagyon fárasztó repülőgép, amelyben jó sok g-t "vételeznek be" a pilóták."

Tours-ban kizárólag iskolagépként használják az Alphajet-et. Így megőrzi a teljes manőverezőképességét. Az iskolaezrednél az számít, hogy magát a repülőgép-vezetést megtanítsák, hogy a felavatott növendékek rendelkezzenek minden szükséges alappal a további előmenetelükhöz. A következő gyakorló idejüket már teljes mértékben a légi és földi lövészetekre összpontosíthatják. "Szóunkra az a fontos, hogy olyan fiatalokat bocsássunk ki, akik előtt igen tág lehetőségek vannak a továbbhaladásra. Figyelemmel kísérjük a további fejlődésüket is. A harci egységeknél folytatott fél éves munka után informálódunk szakmai tevékenységükről, ami alapján megítéljük oktatási módszereink és válogatási szempontjaink eredményességét" - foglalja össze Ollivier alezredes. "A szisztémánkban aztán nekünk kell igazítanunk a századparancsnokok észrevételei alapján."

Egyébként sok növendéknek kell visszajönnie, hogy Alphajet-en repüljön Tours egén. Minősített repülőgép-vezetők közül 2-3 évig oktatókká válnak, mielőtt visszatérne ki-ki a saját századához. Ifjúkori álmaik beteljesülése: most rajtuk a sor, hogy átadják fiatalabb bajtársaiknak az oly becses "vadászengedélyt".

Stéphane Perraud I.o.rep.

A SZEMÉLYI SZÁMÍTÓGÉP ALKALMAZÁSÁNAK TAPASZTALATAI

A SZAKALAPOZÓ TANTÁRGYAK TANÍTÁSÁBAN

A REPÜLŐ SÁRKÁNY-HAJTÓMŰ TANSZEKEN

III. rész

A publikációm 2. részében bemutattam a Mechanika tantárgy indulási szint kvantifikálását és annak elemzését. Természetesen az összes minták indulási és érkezési szintjének kvantifikációjára a "terjedelem" miatt e cikk nem vállalkozhat. Ezért az eredményeket táblázatba foglalva mutatom be.

MECHANIKA

| Csoport   | "szint"  | Norm. vizsg. |       | "F"-próba |       | t-próba |       |
|-----------|----------|--------------|-------|-----------|-------|---------|-------|
|           |          | Emp.         | Krit. | Emp.      | Krit. | Emp.    | Krit. |
| Kontroll  | Indulási | 0,097        | 0,269 | 1,607     | 1,94  | 0,519   | 2,00  |
| Kísérleti | Indulási | 0,072        | 0,264 |           |       |         |       |
| Kontroll  | Erkezési | 0,107        | 0,259 | 1,001     | 1,94  | 5,375   | 2,00  |
| Kísérleti | Erkezési | 0,201        | 0,264 |           |       |         |       |

SZERKEZETI- ES ÜZEMANYAGOK

| Csoport   | "szint"  | Norm. vizsg. |       | "F"-próba |       | t-próba |       |
|-----------|----------|--------------|-------|-----------|-------|---------|-------|
|           |          | Emp.         | Krit. | Emp.      | Krit. | Emp.    | Krit. |
| Kontroll  | Indulási | 0,157        | 0,275 | 1,20      | 2,11  | 0,199   | 2,021 |
| Kísérleti | Indulási | 0,132        | 0,301 |           |       |         |       |
| Kontroll  | Erkezési | 0,157        | 0,275 | 1,40      | 2,11  | 2,325   | 2,021 |
| Kísérleti | Erkezési | 0,168        | 0,301 |           |       |         |       |

# MÉRÉS- ÉS SZABÁLYOZÁSTECHNIKA

| Csoport   | "szint"  | Norm. vizsg. |       | "F"-próba |       | t-próba |       |
|-----------|----------|--------------|-------|-----------|-------|---------|-------|
|           |          | Emp.         | Krit. | Emp.      | Krit. | Emp.    | Krit. |
| Kontroll  | Indulási | 0,242        | 0,375 | 2,68      | 2,74  | 0,492   | 2,060 |
| Kísérleti | Indulási | 0,187        | 0,338 |           |       |         |       |
| Kontroll  | Erkezési | 0,115        | 0,375 | 2,10      | 2,48  | 2,117   | 2,060 |
| Kísérleti | Erkezési | 0,125        | 0,338 |           |       |         |       |

## Végkövetkeztetés a kvantifikáció alapján:

A próbák eredményei alapján 95 %-os megbízhatósági szinten a nullhipotézist el kell vetni, azaz a kontroll- és a kísérleti csoportok közötti teljesítménykülönbség nem tekinthető véletlennek.

## OSZTÁLYZATTÁ ALAKÍTÁS, HISZTOGRAMOK ERTEKELESE

Egy gyakorló tanár számára fontos, hogy a tanulók által százalékpontban produkált teljesítményt átszámolja érdemjegyekké és ebben fejlessze ki a kontroll-, illetve a kísérleti csoport közötti különbséget. A rendelkezésre álló adatok alapján (feladatitem adatmátrixok) elkészítettem és értékeltem a csoport tantárgyak szerinti osztályzat-hisztogramjait. A terjedelem miatt csak néhány jellegzetes hisztogramot mutatok be, amellyel szintén megerősítik hipotézisemet. A hisztogramban a számítógép által berajzolt függőleges három vonal közül a középső csoport átlagát, a két szélső vonal a szórást mutatja. A diagram függőleges tengelyén a tanulók száma, a vízszintes tengelyen az osztályzatokat tüntettem fel.

A HISZTOGRAM JELLEMZŐ ADATAINAK ELEMZÉSE MECHANIKA CÍMŰ  
TANTÁRGYRA VONATKOZÓAN A KISÉRLET KEZDETÉN

(indulási szint)

(1. ábra)

Kontrollcsoport

- a minta eloszlását jellemző hisztogram mérsékelten jobbra aszimmetrikus, ugyanakkor lapos, ami kifejezi a mintaelemek szakmai előismeretére vonatkozó aktuális tudásának színvonalát;
- a csoport 2,79 érdemjegyben kifejezett átlagot produkált;
- a standard deviáció 1,21509229 a variációs koefficiens 43,525694 %, tehát erősen szélsőségesen jellemzi az adatok átlagtól való átlagos eltérését;
- a szórás területébe eső mintaelemek aránya 75 %, tehát kevéssel meghaladja a normális eloszlásra jellemző értéket (75 > 68).

Kísérleti csoport

- a minta eloszlását jellemző görbe, mérsékelten jobbra aszimmetrikus, mindhatni normális;
- a csoport 2,96 érdemjegyben kifejezett átlagot ért el;
- a standard deviáció 1,05987421 a variációs koefficiens 35,806561 %, tehát szélsőséges jelleggel minősíti az adatok átlagtól való átlagos eltérését, ami kedvezőbb, mint a kontrollcsoporté;



- a szórás területébe eső mintaelemek aránya 84 %, tehát meghaladja a normális eloszlásra jellemző értéket ( $84 > 68$ ).

#### A HISZTOGRAM ADATAINAK ELEMZÉSE MECHANIKA C. TANTÁRGYRA VONATKOZÓAN A KISÉRLET VÉGÉN

(érkezési szint)

(2. ábra)

#### Kontrollcsoport

- a minta megoszlását jellemző görbe balra erősen ferde, ami igen kedvezőtlen, mert magas a gyenge teljesítmények aránya és igen kevés azon mintaelemek száma, akik elérik az aktuális tudás szintjét;
- a csoport igen gyenge 1,7 átlagot tudott teljesíteni, ami jelentős visszaesés az indulási szinthez képest;
- a standard deviáció 0,999093793, relatív értéke 58,4635391 %-kal becsüli (igen szélsőséges módon) az adatok átlagtól való átlagos eltérését. A szórásmezőbe eső mintaelemek aránya 83 % ( $83 > 68$ ), erősen eltérést mutat a normális eloszlástól. Ez egyértelműen mutatja a klasszikus (hagyományos) módszer gyenge hatásfokát.

#### Kísérleti csoport

- a minta megoszlását jellemző görbe "M" alakú, vagyis az új módszer jellemző módon különválasztja a mintaelemeket képességek alapján;
- a csoport a főiskolai szintnek megfelelő - az indulási szinthez képest javuló - eredményt (átlag: 3,48) ért el;



- a standard deviáció 1,29486164, variációs koefficiens 37,2086679 %, tehát (erős jelleghez közel) szélsőséges jelleggel fejezi ki az adatok átlagostól való átlagos eltéréseit;
- a szórás területébe eső minták aránya - az "M" alakra jellemző módon - 48 % (48 < 68), ami igazolja a mintaelemek képesség alapján történő elválasztását a szaktárgy aktuális tudáselemeire vonatkozóan.

Összegezve:

A Mechanika c. tantárgy esetében kritikusan mutatja a hisztogramok összehasonlítása az új módszernek és eszközeinek kedvezőbb hatékonyságát, eredményesebb oktatási értékét.

#### A HISZTOGRAMOK JELLEMZŐ ADATAINAK ELEMZÉSE A SZERKEZETI- ÉS ÜZEMANYAGOK C. TANTÁRGYRA VONATKOZÓAN

##### A KISERLET KEZDETÉN

(indulási szint)

(3. ábra)

Kontrollcsoport

- a minta megoszlását jellemző görbe "M" alakú, mérsékelt lapos;
- a csoport átlaga érdemjegyekben kifejezve: 2,65217391;
- az "M" alakú lapos görbe arra utal, hogy a hallgatók szakismeretbeli előismerete (aktuális, illetve állandó tudása) többségében mérsékelt és nagyobb arányban gyenge;

- a standard deviáció 1,30065353, a variációs koefficiens 49,0410348 %, tehát erősen szélsőséges értékű, ugyanakkor a szóródás területébe eső mintaelemek aránya kicsi 47 % (47<68), ami jellemzi a görbe aszimmetriáját és bizonyítja a nagyobb arányú mérsékelt előismeretet a mintára vonatkozóan.

#### Kísérleti csoport

- a minta eloszlását jellemző görbe balra aszimmetrikus;
- a csoport átlaga: 2,68421053;
- a görbe balra aszimmetrikus voltára utal, hogy a tanulók szakismeretbeli előismerete (aktuális, illetve állandó tudása) a mintaelemek többségére vonatkozóan gyenge;
- standard deviáció 1,10818328, vagyis jellemzi a hallgatók tudáselemeinek az átlagtól való átlagos eltérését, a variációs koefficiens 41,2852593 %, ami erősen szélsőséges, de valamivel kedvezőbb a kontrollcsoportnál, ugyanakkor a szóródás területébe eső mintaelemek aránya 63 % (63<68), itt valamivel kedvezőbb a normális eloszlástól tapasztalható eltérés.

#### A HISZTGORAM JELLEMZŐ ADATAINAK ELEMZÉSE A SZERKEZETI- ÉS ÜZEMANYAGOK C. TANTÁRGYRA VONATKOZÓAN A KÍSÉRLET VEGÉN

(érkezési szint)

(4. ábra)

#### Kontrollcsoport

- a minta eloszlását jellemző hisztogram jobbra aszimmetrikus;

- a csoport 2,95-ös átlaga a kiindulási szinthez képest javulást mutat;
- a kontrollcsoport görbéjének változása ("M"-ről) hang alakúra arra utal, hogy hagyományos módszerrel történő oktatás itt is pozitív eredményt mutat, mivel csökkent az ismeretbeli különbség kategórikus aránya és az átlagos ismeretek is a jó irányba tolódnak el (többben rendelkeznek a tantárgyra vonatkozó aktuális tudással);
- a standard deviáció 1,26052878, tehát jellemzi a tanulók tudáselemeinek az átlagtól való átlagos eltérést, a variációs koefficiens 42,6355323 %, szélsőséges maradt ugyan, de az indulási szinthez viszonyítva ez is csökkent. A szóródás területébe eső mintaelemek aránya 73 % (73>88), ami erős aszimmetriára utal, de ez is kedvezőbb az indulási szintnél.

#### Kísérleti csoport

- a minta eloszlását jellemző görbe jobbra aszimmetrikus (az induláshoz képest jobbra tolódott), ami arra utal, hogy kedvezőbben alakult a hallgatók aktuális tudása. Erre utalnak a variációs koefficiens és szórásmezőbe eső mintaelemek arányának adatai is;
- az indulási szinthez képest jelentős az átlagbeli (3,84) javulás;

- a standard deviáció 1,01451455-el jellemzi a tudás átlagtól való átlagos eltérését a mintaelemekre vonatkozóan. A variációs koefficiens 26,4051732 %, tehát közepes szórás felső hatásához közel, ami igen jellemző a normálisra, amit a szórás területébe eső mintaelemek aránya is kedvezően igazol - 68 %-kal.

#### Összegezve:

Az előzőek alapján látható, hogy az oktatásban alkalmazott új módszer - mintákra gyakorolt hatása növelte - javította az aktuális és állandó tudással rendelkező mintaelemek eredményét.

#### A HISZTOGRAM JELLEMZŐ ADATAINAK ELEMZÉSE A MERES- ÉS SZABÁLYOZÁSTECHNIKAI C. TANTÁRGYRA VONATKOZÓAN, A KISÉRLET KEZDETÉN (indulási szint) (5. ábra)

#### Kontrollcsoport

- a minta eloszlását jellemző görbe harang alakú;
- a csoport átlaga: 3,00;
- a standard deviáció 0,852802866, ami jellemzi az adatok átlagtól való átlagos eltérését, variációs koefficiens 28,4267622 %, erős, de kisebb és kedvezőbb a másik csoportnál (kísérleti). A szóródás területébe eső mintaelemek aránya 58 % (58<68), kisebb a normálisra jellemző értéknél.

### Kísérleti csoport

- a minta eloszlását jellemző hisztogram jobbra aszimmetrikus;
- a csoport átlaga: 3,33;
- a standard deviáció 1,44749373-al jellemzi az adatok átlagtól való átlagos eltérését és valamivel nagyobb, mint az (kontrollicsoport) előző csoporté, a variációs koefficiens 43,4248119 %, tehát erősen szélsőséges, amit a görbe erős jobbra tolódása is szembetűnően mutat. Ez azt jelenti, hogy a csoportban az aktuális előismerettel rendelkező mintaelemek száma nagyobb arányú, ezt mutatja a szórás területébe eső mintaelemek nagyobb aránya (60 %) is, ami kisebb a normális eloszlásra jellemzőnél (60-68).

A HISZTOGRAM JELLEMZŐ ADATAINAK ELEMZÉSE  
MÉRÉS- ÉS SZABÁLYOZÁSTECHNIKA C. TANTÁRGYRA  
VONATKOZÓAN A KÍSÉRLET VEGÉN  
(érkezési szint)  
(6. ábra)

### Kontrollicsoport

- a minta eloszlását jellemző görbe nagyon lapos, majdnem "M" alakú;
- a csoport átlaga 2,5, ami visszaesés a kiindulási szinthez képest;
- a lapos görbe nagy standard deviáció mellett arra utal, hogy a hallgatók a hagyományos oktatási eljárással és annak eszközeivel csak időlegesen voltak képesek a szakismeretek elsajátítására, aminek oka egya-

ránt lehet a módszer vagy az egyének képességeinek megoszlása, de nagy valószínűséggel e kettő együttesen eredményezte a kivetített produktumot;

- a standard deviáció 1,38189856-al jellemzi az adatok átlagtól való átlagos eltérését, szélsőséges szórás mellett, erre utal a variációs koefficiens 55,2679424 % erősen szélsőséges;
- a szóródás területébe eső mintaelemek aránya nagyon kicsi 41 % ( $41 < 68$ ).

#### Kísérleti csoport

- mintát jellemző görbe balra aszimmetrikus;
- a csoport 3,66-os átlaga 0,33-al magasabb az indulási szintnél;
- a standard deviáció 0,89973541-el jellemzi az adatok átlagtól való átlagos eltérését, ami kedvezőbb a kontrollcsoportnál. A variációs koefficiens 24,5382385 %, ami az indulási szinthez képest jelentős javulás, ugyanakkor a szóródás területébe eső mintaelemek aránya 73 %, vagyis a szórásmezőbe jutók képességei ténylegesen jobbra és az alkalmazott módszer segítségével csak az aktuális tudás ismeretét illetően hangsúlyosak is.

#### Összegezve:

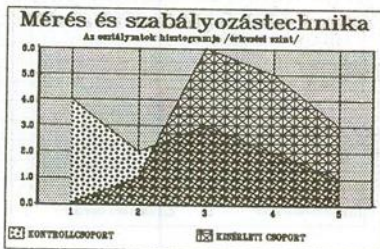
Ez esetben is látható - a hisztogramok adatainak elemzéséből - hogy az alkalmazott módszer és az eszközök kedvezőbbek a hagyományos, klasszikus módszernél.



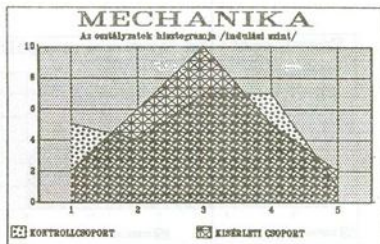
4. ábra



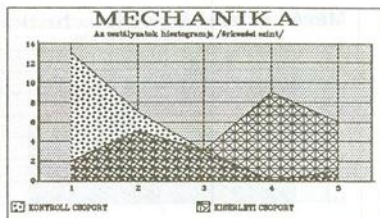
5. ábra



6. ábra



1. ábra



2. ábra



3. ábra



## A KISÉRLET EREDMÉNYE

A hipotézisemben azt feltételeztem, hogy a számítógép és program alkalmazása a tananyag feldolgozásában részben eltérő oktatási módszert, részben az ismeretsajátítási folyamat szervezett irányítását fogja eredményezni, amelynek kedvező hatása meg kell, hogy jelenjen a hallgatók tanulmányi teljesítményében és azok alakulásában. A hipotézisemben feltételezett eltérő módszer annyiban változott, hogy nem csak módszer eltérésről van szó, hanem a módszerek olyan eszközzel történő kombinációjáról, amelynek információhordozója a módszereltéréseket széles skálán - más eszközök közbeiktatása nélkül - biztosítja. A feltételezett módszereltérést és eredményességét a statisztikai elemzés bizonyítja:

- A vizsgált tantárgyak mindegyikénél - a kísérlet végén (érkezési szint) - igaz, hogy a kétmintás "t"-próba által kiszámított empirikus érték nagyobb, mint a 95 %-os valószínűségi szinthez tartozó kritikus érték. Tehát a nullhipotézist mindhárom tantárgynál el kell vetni, azaz valószínű, hogy a kísérleti és kontrollcsoportok eredménykülönbsége nem véletlen. (A két csoport között csak módszerben volt eltérés!).

- A hagyományos módszerrel tanított kontrollcsoportok tanulmányi eredményessége - mindhárom tantárgynál - indulási szinthez képest csökkent, vagy minimálisat javult. Szembetűnő a Mechanika c. tantárgynál elért rendkívül gyenge eredmény, ami igazolja, hogy a jelen órakerettel és hagyományos módszerrel nehéz eredményt elérni.

- A kísérleti csoportok tanulmányi eredménye az indulási szinthez képest javult - a főiskolai követelményeket figyelembe véve - elfogadható szintűre. A tanulmányi teljesítmény javulása mellett figyelemreméltó a számítógéppel oktatott csoportok variációs koefficiens értékének javulása is,

ami a Szerkezeti- és Uzemanyagok c. tantárgynál a közel normális értékkel párosult a szóródás területébe eső mintaelemek (hallgatók) arányát illetően.

- A kísérleti csoportok érkezési szint hisztogramjai esetében Szerkezeti- és Uzemanyagok, valamint Mérés- és szabályozástechnika c. tantárgyaknál a görbe aszimmetriája - a kontrollcsoporthoz képest - a jobb eredmény irányába tolódott el, ami azt bizonyítja, hogy kedvezőbben alakult a hallgatók aktuális tudása. Mechanika tantárgynál a görbe jellegzetes "M" alakot vesz fel, vagyis az új módszer jellemző módon különválasztja a mintaelemeket, de nagyobb arányban jobb eredmény felé.

Az eredményesség okait a következőkben látom:

- Kollektívánknak (szakcsoport) az a megítélése, hogy a számítógép és szoftver alkalmazásával sikerült a kísérletbe bevont tantárgyak témái iránt a figyelmet nagymértékben felkelteni, ami pszichológiai szempontból eredményként könyvelhető el.

- A programok biztosítják a szemléltetés újszerűségét és a - programcsomag esetében - térszemlélet (pl. működő rendszerek) fejlesztését.

- A programok alkalmazásával szimuláción alapuló ismeretszerzés és rögzítés elsajátításmódjának tanórai alkalmazásában pedagógiai-pszichológiai szempontból azt tartom jelentősnek, hogy a hallgatók egyéni sajátosságainak determináltsága alapján végigmehetnek azon az úton, amelyre az egyéni képességük összessége alkalmassá teszi őket.

- A szoftverek alkalmazásával a hagyományos tanórákhoz viszonyítva jelentősen megnőtt a példavariációk száma, valamint a megoldás gyorsasága, ami lehetőséget ad arra, hogy a

tanár - a relatíve több idő miatt - azokra a problémákra irányítsa a hallgatók figyelmét, amelyek a tananyag megértéséhez és elsajátításához fontosak.

- A számítógép és szoftver alkalmazásával egy új ismeretátadási helyzetet sikerült kialakítani, amihez az emberi személyiség valamennyi dimenziójának figyelembevétele is párosult. Az új eljárásmód, a számítógépes program és az általa nyújtott szokatlanul nagy mennyiségű információ olyan, eddig nem tapasztalható kommunikációs lehetőséget rejt magában, ami alapvetően befolyásolja a kommunikációs rendszerbe belépő egyén alkalmazkodásának stílusát és minőségét, ezen keresztül majdnem korlátlan lehetőséget nyújt a tanároknak a tanulók tanulási attitűdjeinek formálására, alakítására. (Tulajdonképpen ez volna az új módszer hatásának pedagógiai-lélektani lényege).

- A programok alkalmazása lehetővé teszi a tanár számára a gyors, ugyanakkor objektív ellenőrzését, valamint a hallgatók számára a tanórákra és az ellenőrző foglalkozásokra való eredményesebb felkészülést.

- Nem hanyagolható el az az előny sem, hogy a tanár számára egy olyan eszköz áll rendelkezésre, amely lehetővé teszi az évfolyamfeladatok (pl. mechanika, szabályozástechnika) gyors, ugyanakkor többvariációs kiadását és ellenőrzését.

A kísérletet a következő szempontokból tartom még jelentősnek:

- Ezzel a főiskolánkon "úttörő" munkával hasznos útmutatást tudtam adni - különböző rendezvényeken (főiskolai nyíltóra, módszertani előadás stb.) - azoknak a pedagógus kollégáknak, akik a számítógép felhasználását tervezték az egyes témakörök oktatásában.

- Egy kísérleti munkát folytató pedagógus számára igen nagy eredményként könyvelhető el az, ha meg tudja nyerni és orientálni tudja tanítványait a "Tudományos Munka" felé. Résszemről eredménynek könyvelem el a hallgatóimmal közösen végzett több éves TDK-munkát és azok eredményét is, ugyanis ezeket az eredményeket a gyakorlatban hasznosítottuk és az elképzeléseket megvalósítottuk (véleményem szerint csak ez esetben van értelme nemcsak TDK, de bármilyen kutató munkának is).

#### **Összegezve:**

A szakalapozó tantárgyaknál végzett kísérletet - a matematikai statisztikai elemzést figyelembe véve - a hipotézisben megfogalmazott célhoz viszonyítva - eredményesnek tartom. Nem jelenti ez azonban azt, hogy az alkalmazásmódon, eljáráson, illetve az információhordozókon (szoftvereken) nem lehet, vagy nem szükséges javítani. Egy azonban bizonyos, hogy az alkalmazott eljárás és eszköz jobb teljesítményt produkált a kísérleti csoportok hallgatóinál.

A GONDOLATTÓL A MEGVALÓSULÁSIG, AVAGY  
A SEMLEGESSEG KIALAKULÁSÁNAK FOLYAMATA  
III. rész

SVÁJC

Annak, aki a semlegesség kialakulásával és fejlődésével akar megismerkedni, feltétlenül foglalkoznia kell Svájc történelmével is. A számunkra fontos időszak a XII-XIII. század fordulóján kezdődik, amikor is Schwyz és Uri kantonok lakói utat nyitottak az Alpokon át és a kor viszonyai között biztonságos kereskedelmi útvonalat létesítettek a Szent Gotthard-hágón és a Vierwaldstatti tavon keresztül Európa északi és déli részének kereskedővárosai között. Az útvonal őrzése fejében 1231-ben Uri és Schwyz, majd katonai szolgálatának elismerésekén 1239-ben Unterwalden kapott kiváltságlevelet és vált birodalmi tartománnyá. Ez a Habsburg grófok közvetlen uralmának megszűnését jelentette, ami természetesen ellenreakciót váltott ki a jelentős birtokokat és jövedelmeket elvesztő család részéről. A visszaszerzés szándékát segítette, hogy a Hohenstaufok után 1273-ban Habsburg Rudolfot választották német-római császárrá. Mivel a császári cím valódi súlyát a magánbirtokok nagysága adta meg, Rudolf igyekezett a birodalmi tartományi státust megvonni a hajdani családi tulajdontól. Ez olyannyira nem járt sikerrel, hogy a kantonok még a császárnak járó adót sem fizették be, sőt 1291-ben örök szövetséget kötöttek kiváltságaik megvédésére. Ettől kezdve egészen 1499-ig a Habsburgoktól, illetve a császárságtól való teljes elszakadásért vívott harc jegyében zajlott a kantonok egyre bővülő és erősödő közösségének történelme. A birodalom a baseli békében ismerte el az Eidgenossenschaft (58) önállóságát és függetlenségét, a szuverén Svájc létét azonban csak a harmincéves háborút lezáró westfáliai béke tette egyértelművé 1648-ban.

Svájc történelmének már ez a 400 éves időszaka is bővelkedett érdekes, szokatlan fordulatokban. A kantonok szövetségének kezdeti időszakában az összetartozás, ugyanakkor az egymás belügyeibe való be nem avatkozás volt a jellemző. Bizonyítja ezt az a szerződés is, amelyet Bern és Solothurn kötött 1399-ben. (Solothurn csak 1481-ben csatlakozott a szövetséghez). Ez azt tartalmazta, hogy belviszályok esetén a szerződő felek nem avatkoznak be, "csöndben ülnek".

A szövetséghez nem tartozó területeken dúló háborúk esetén kezdetben semleges magatartást tanúsítottak, vagyis sem a szövetség, sem annak valamely tagja nem avatkozott be a harcokba. Ez persze nem jelentette azt, hogy az egyes kantonok nem adták bérbe katonáikat, vagy nem engedélyezték területükön a fegyveresek toborzását. Számukra ez jelentős bevételi forrást, komoly jövedelmet jelentett. A semlegességnek ez a kezdeti formája, az ó-, vagy őssvájci semlegesség azóta persze sok változáson esett át.

A Habsburgokkal vívott sikeres csaták ráébresztették a kantonokat saját erejükre, így azok kihasználva a környezetükben folyó háborúkat, a XV-XVI. század fordulóján területeket hódítottak meg, így Aargaut, Thurgaut, Ticinot. Ráadásul erre az időszakra tehető a kantonok közötti ellentétek kiéleződése is.

A széthúzásnak és a hódításoknak azonban gyorsan végeszakadt. Az 1515. évi marignanói és az 1525-ös paviai vereség még időben ráébresztette a szövetséget arra, hogy hol a helye az európai hatalmak sorában. A laza szövetség központosított hatalom híján egyedül képtelen volt versenyre kelni a nagy monarchiákkal, külső segítséget igénybe véve azonban függetlenségét kockáztatta volna. A fennmaradás záloga tehát a semlegesség, a konfliktusoktól való távolmaradás volt.

Az önállóság megtartása érdekében a kantonok, illetve a szövetség művészetté fejlesztette a távolságtartás gyakorlatát,

a diplomáciát. Szerződések és megállapodások szövevényes rendszerét alakították ki, amely teljes mértékben találkozott a szövetségen kívüli felek igényeivel is: az egyes kantonok, illetve a szövetség mentesek maradtak mindenfajta befolyástól.

Végeredményben ez a kezdetleges "nemzetközi elismerés" tette lehetővé az összvájci semlegesség megerősödését. Ennek a politikának egyetlen követelménye és legfőbb ismérve a kívülmáradás volt. Ugyanakkor megengedte a zsoldosok toborzását, a területén való átvonulást, a harcoló felekkel való kereskedést. A kantonok egyik legjobban eladható exportcikke a svájci gyalogos volt, amely a középkor minden jelentősebb csatájában, háborújában harcolt, nem egy esetben egyszerre mindkét oldalon.

Az addigi politika továbbfolytatására ösztönözte a szövetséget a vallásháborúk kora, amely kemény próba elé állította a keresztény hitben megosztott kantonokat. Jóllehet, a reformáció terjesztése, vagy éppen visszaszorítása érdekében komoly fegyveres összefütközésekre került sor közöttük - ilyen volt például a 1531. évi kappeli csata, amelyben a katolikus Schwyz, Uri, Unterwalden, Zug és szövetségesei legyőzték a reformáció egyik élharcosát, Zürichet -, arra azonban nem volt példa, hogy bármelyikük is külső segítséget vett volna igénybe.

Fentebb már utaltunk a hivatásos svájci zsoldos nyugat-európai szolgálatvállalásaira. Ennek egyik igen érdekes és szemléletes példája volt az 1572. augusztus 23-24-i Szent Bertalan éj, amikor a IX. Károly gárdájában szolgáló protestáns svájciak hitsorsosaik lemészárlása után sem léptek ki a királyi szolgálatból szerződésük lejártáig. Ennek valószínűleg csak egyik oka volt a katonai becsület megőrzésére irányuló szándék, a szavahihetőség, a hitelesség fenntartása. Az igazi ok inkább abban rejlett, hogy a kantonok majd



kétszáz év keserves tapasztalatai alapján megtanulták hol húzódnak politikai mozgásszabadságuk korlátai.

Svájc történelme az elismerését jelentő westfáliai békétől 1798-ig nagyobb megrázkódtatások nélkül, a semleges-ségi politika folytatása jegyében zajlott. E 150 év alatt kiheverte azt a csapást, amelyet a kereskedelmi útvonalak áthelyeződése jelentett számára. Az ipar új fejlődésnek indult, új kereskedelmi kapcsolatok alakultak ki. A kapitalizáció mellett megmaradt a parasztok jobbgáyi függősége. Az 1789-es nagy francia forradalom volt az, amely az elkerülhetetlen és kivédhetetlen változások jeleit vetítette előre. A francia köztársaság azonban egyelőre nem terjesztette ki határait a kantonok szövetségére és az első koalíció csapatai is elkerülték a hegyektől övezett kis országot. 1798-ban a Direktórium figyelmen kívül hagyva, hogy Svájc nem tagja a koalíciónak és addig minden tekintetben távol tartotta magát a konfliktustól, megszálló csapatokat küldött az országba. A pusztulás elkerülése érdekében Svájc meghódolt. Bonaparte tábornok pedig március 29-én megszüntette a kantonok laza szövetségét, megalakította a Helvét Köztársaságot és katonai szövetséget kényszerített rá. Evszázadok óta ez volt az első eset, hogy Svájcot elvben hadviselő félnek tekinthetjük. Azért elvben, mert gyakorlatilag az önállóságától megfosztott ország képtelen volt befolyásolni az események menetét. 1799-ben Szuworovot észak-itáliai győzelmei után Svájc felszabadítására rendelték. A parancs hibás volt és az agg orosz hadvezér mesteri módon vonta ki csapatait a csapások alól - eközben azonban a béke szigete elpusztult.

1803-ban az első konzuli lett Napóleonnak már nem volt szüksége a bábköztársaságokra, így a Helvét Köztársaságra sem. Visszaállította a korábbi államrendszert, melyben 19 autonóm kanton alkotott laza szövetséget. Nyilvánvaló, hogy ez az állam semmilyen vonatkozásban nem volt szuverén, bár Napóleon felismerve egy semleges ország kapcsolatrendsze-



rének, státusának vitathatatlan előnyeit, szerette volna ezt a látszatot keltetni.

Svájc nemzetközi jogi helyzetének megoldását Európa Napóleon utáni újrendezése jelentette. Az 1814. május 30-án aláírt első párizsi békében elismerték önállóságát és függetlenségét. A szeptember 18-án összeült bécsi kongresszus, a győztesek Franciaország további sorsának alakulására vonatkozó elképzeléseit volt hivatva összehangolni. Ezek között szerepeltek a Svájc semlegességére vonatkozó tervek is. Az 1815. március 15-én elfogadott Semlegességi Deklaráció - amelyben a győztesek lényegében felajánlják Svájcnak a semleges státust, illetve vázolják elfogadásának körülményeit - tulajdonképpen abból a felismerésből fakadt, hogy a nagyhatalmaknak is szükségük van bizonyos problémák megoldásához közvetítőre. Erre a szerepre pedig egy olyan ország a legmegfelelőbb, amely durván fogalmazva, csak a saját érdekeinek elkötelezett.

A javaslatok között szerepelt, hogy a nagyhatalmak készek visszacsatolni Genét, Valoist és Neuchatelt, így Svájc 22 egyenrangú kanton szövetségévé válna.

Napóleon száznapos uralma fölborította a kongresszus résztvevőinek elképzeléseit. A kantonok sietve elfogadták a deklarációban vázolt elképzeléseket és semlegességi kötelezettségeket, így Svájc május 27-én bejelentette, hogy ezentúl semleges státusban kíván résztvenni a nemzetközi kapcsolatokban.

A bécsi kongresszus csak a koalíció waterlooi győzelme után folytathatta az érdemi munkát. Az 1815. november 20-án aláírt második párizsi békében nyilatkozatot tettek az aláírók - így Anglia, Oroszország, Ausztria, Poroszország és Franciaország -, hogy elismerik és garantálják Svájc semlegességét. Ezzel újra megerősítették, hogy Európa békéje és stabi-

litása szempontjából fontos és szükséges ez a lépés. Természetesen hozzá kell tennünk, hogy a kor viszonyainak az ósvájci semlegesség gyakorlata már nem felelt meg, ugyanakkor nem dolgozták még ki a modern semlegesség feltételeinek és követelményeinek rendszerét. Az egyetlen biztos pont az volt, - és ebben minden érintett kül- és belföldön egyaránt egyetértett - hogy Svájcnak gondoskodnia kell szuverenitása védelméről. Ez először az 1847. évi "Bundok háborúját" lezáró 1848-as alkotmányban szerepelt, amely rögzítette azt is, hogy az ország központi irányítású szövetségi állammá alakul. Ilyenformán a szuverenitás fenntartása a Szövetségi Tanács feladata lett. Ezt erősítette meg az 1874. évi módosított alkotmány is.

A múlt század második felében Svájcnak többször nyílt alkalma bizonyítani, hogy komolyan veszi státusát. Az 1850-es Katonai Szervezési Szövetségi Törvény megszüntette a kantonok katonai önállóságát és fegyveres erőiket központi irányítás alá vonta, megteremtve ezzel az egységes nemzeti haderő alapjait. Az ötvenes évek végéig úgy tűnt, hogy az ország szuverenitása a haderő adott szintjén a diplomácia eszközeivel is biztosítható. Ebből a hitből Ausztria ábrándította ki a svájciakat, amikor itáliai háborúja idején figyelmeztette szomszédját, hogy a semlegességet csak addig tartja tiszteletben, amíg azt Svájc biztosítani tudja. Ennek következménye volt a hadikiadások azonnali megemlése egymillió frankkal. Ezzel tehát létrejött a semlegesség egy speciális formája, a fegyveres semlegesség, amely jelzi egy addiginál is militánsabb világ kialakulását.

Az itáliai, valamint a porosz-francia háború idején alakított ki Svájc egy olyan gyakorlatot, amelyet később az 1907. október 18-án aláírt Hágai Egyezmény is rögzített. Nevezetesen arról van szó, hogy a hadviselő feleknek azokat a katonáit, csapatrészeit vagy csapatait, akik, illetve amelyek az ország területére léptek akár véletlenül, akár szán-

dékosan, a svájci hatóságok lefegyverezték, internálták, majd a harcselekmények megszűnte után szabadon bocsátották. Mint láthatjuk, a svájci semlegesség gyakorlata képezte az alapját több olyan nemzetközi egyezménynek, megállapodásnak, melyek rögzítették a semleges országok jogait és kötelezettségeit.

Az új típusú semlegesség első nagy próbája az I. világháború volt, amely a szuverenitás biztosításán és a katonai cselekményektől való tartózkodáson kívül több jelentős kérdést vetett fel mind a semleges Svájc, mind a hadviselő felek számára.

1914. augusztus 03-án, tehát azon a napon, amikor Németország lerohanta az ugyancsak semleges Belgiumot, Svájc ismét kinyilvánította semlegességét, ugyanakkor a szuverenitás védelmére általános mozgósítást rendelt el a Szövetségi Tanács. A hadsereg létszámát 250000 főre elmelték, meggyorsították a határmenti erődítmények építését, műszaki- és aknazárakat létesítettek. Részben ezek a védelmi intézkedések - amelyek kétségessé tették egy esetleges támadás sikerét, vagy legalábbis idővesztést okoztak volna a támadónak, - részben a hadviselő felek realitásérzéke volt az, amely Svájcot megkímélte a Belgiuméhoz hasonló sorsból. Szükségük volt a felszín alatti politikai kapcsolatok ébrentartására, illetve a stratégiai nyersanyagok zavartalan beszerzésére. A semleges Svájc mind diplomáciai összekötő, mind kereskedelmi közvetítő szerepét kitűnően ellátta, nagyobb szolgálatot tette ezzel a hadban állóknak, mintha területét bárki is birtokolta volna. Így az ország és lakossága nemcsak, hogy nem szenvedett háborús pusztításokat, hanem a gazdasági élet felső körei óriási jövedelmekre tettek szert azáltal, hogy a konjunktúrát kihasználva szállítottak a svájci hadseregnek csakúgy, mint bármelyik harcoló félnek. Többek között ez is hozzájárult ahhoz, hogy a világ politikai közvéleménye hosszú ideig kedvezőtlenül ítélte meg a semlegességet, mint a nemzetközi kapcsolatokban való részvétel módját.

Svájc számára nem csak a háború, hanem a béke időszaka is hozott komoly problémákat. A párizsi békekonferencia résztvevői 1919. április 29-én elfogadták a Népszövetség alapokmányát. Az alapító tagok a semleges Svájcot kérték fel, hogy adjon otthont a Népszövetség Főtitkárságának. A szervezet székhelye Genf lett úgy, hogy maga a házigazda nem is volt tag. Akadályozta részvételét az alapszabály 16. paragrafusa, mely szerint a tagországoknak egy esetleges konfliktus esetén részt kell venniük az agresszor elleni katonai és gazdasági szankciókban. A svájci politikusok nagy része ezt nem tartotta összeegyeztethetőnek az örökös semlegességgel, ezért ellenezte a népszövetségi tagságot. A Népszövetség Tanácsa, amely fontosnak tartotta a belépést, kivételes elbánásban részesítette a Svájci Államszövetséget. Felmentette a katonai szankciókban való részvétel kötelezettsége alól azzal a kikötéssel, hogy a gazdasági akciókban részt kell vállalnia. Az 1920. május 16-án tartott népszavazás a tagság mellett döntött. 1919-ben ugyancsak Genf lett a székhelye a Nemzetközi Munkaügyi Szervezetnek is. Ezen kívül számos nemzetközi tanácskozásnak adott otthont Svájc, így 1922-23-ban a lousannei, 1925-ben a locarnói konferenciának, 1927-ben pedig Genfben rendezték meg a tengerjogi konferenciát.

Ahogy javultak az ország pozíciói a diplomáciában, úgy csökkentették a hadikiadásokat és a hadsereg létszámát. Az első világháború után óhajtott kollektív biztonsági rendszer azonban nem jött létre, nem maradt tehát más megoldás az ország szuverenitásának és biztonságának szavatolására, mint a fegyveres erők védelmi képességének fokozása. Ez az 1934-35-ös évtől vált jelentőssé. A II. világháború kezdetén a hadsereg hadilétszáma meghaladta a 400000 főt, a felhalmozott stratégiai készletek pedig biztosították a hatékony védelmet. Az államszövetség szándéka természetesen továbbra is a semlegesség fenntartása volt. A Szövetségi Gyűlés 1939.

augusztus 30-án rendkívüli ülést tartott. Különleges jogkörrel ruházta fel a Szövetségi Tanácsot, valamint Guison hadtestparancsnok személyében kinevezte a hadsereg parancsnokát. Ugyanezen az ülésen elfogadott, 31-én pedig kiadott egy nyilatkozatot, mely szerint háború esetén az ország megőrzi semlegességét. A következő napon kitört a háború. 1940. januárjáig Svájc védelmi stratégiája teljesen egyértelmű volt, a diplomáciai és katonai lépések egymással összhangban történtek. Ekkor azonban Pilet - Gozalé vette át a külügyi tárcát, egyben egy évre az államelnöki funkciót is betöltötte. Ő a fasiszta Németországhoz való közeledés, sőt a csatlakozás híve volt, és mint ilyen, nem támogatta a fegyveres védelmi képesség növelését. Guison hadseregparancsnok erre válaszul kidolgozta az "alpesi védelem" tervét, amely ma is a svájci haderő alkalmazásának alapelve.

Az nyilvánvaló volt, hogy csak Svájc birtoklásáért egyik fél sem fog támadást indítani, különösen nem a szövetségesek. Attól viszont már komolyan tartani lehetett, hogy a felek hadműveleteik végrehajtása során svájci területre lépnek. Guison tábornok elsősorban ennek megakadályozására készítette fel csapatait. Szerencsére alkalmazásukra nem került sor, bár a németek franciaországi hadjárata, illetve a szövetségesek szicíliai és normandiai partraszállása idején ez nem látszott elképzelhetetlennek. Mindössze a légierő és a légvédelem használta fegyvereit, valamint a 45. francia hadosztály választotta a németeknek való megadás helyett a svájci internálást. Ennek eredményeként az államszövetség háborús veszteségei igen csekélyek<sup>(59)</sup> voltak, és gazdasági vonatkozásban is lényegesen könnyebben vészelte át ezt a háborút, mint az első nagy világégést. A komplex védelemre vonatkozó későbbi elgondolások egy része ebből az időszakból eredeztethető. Ilyen volt például a Wohlen-terv, amelynek végrehajtása a termőterületek kiterjesztését és a gumós növények, valamint a gabona és zöldségfélék terméshozamának növekedését eredményezte<sup>(60)</sup>.

Svájc pártatlansága a II. világháború időszakában a katonai területet leszámítva legalábbis vitatható volt. Ennek külpolitikai vonatkozásairól már tettünk említést Pilet-Gozalé német orientációjáról szólva. Ez 1943. végéig tartott - maga Pilet-Gozalé csak 1944. októberében mondott le -, és igen megnehezítette Svájc helyzetét a háború befejező időszakában, illetve a háborút követően. Nem szolgálta az ország kedvező megítélését a gazdasági szférában folytatott tevékenység sem. Svájci cégeknek igen kiterjedt kapcsolataik voltak a tengelyhatalmak országaival. Ezek főként fegyvert, lőszert, szerszámgepeket és más iparcikkeket szállítottak, elsősorban Németországba és Olaszországba. Az export értéke 5,3 milliárd frankot, az importé 7,1 milliárdot tett ki 1939 és 1944 között, csak ezen országok vonatkozásában.

A szövetségesekkel ugyanebben az időben összehasonlíthatatlanul kisebb mértékben kereskedtek. Az export összege 1,7 milliárd, az importé 2 milliárd frank volt. Svájci cégek közreműködtek továbbá stratégiai nyersanyagok beszerzésében és Németországba szállításában. Ezen pénzügyi fedezetet részben svájci bankok adták 1 milliárd frankot meghaladó összegben<sup>(61)</sup>. Ugyancsak igénybe vették Svájc vasútvonalait a Német- és Olaszország közötti szállítások lebonyolítására. Nehéz eldönteni, hogy ezeket a lépéseket a szuverenitás és a semlegesség fenntartásának szándéka, vagy pusztán az üzleti érdek diktálta. A fent vázolt helyzetben lényeges változás egyébként csak 1945 februárjában, a Carry-misszió tevékenysége nyomán állt be. Jóval kiegyenlítettebb volt a helyzet a titkos háború frontján, hiszen mindkét fél titkosszolgálatai a hatóságok tudtával folytatták tevékenységüket.

A fentiekből nyilvánvalóan kitűnik, hogy a harcoló feleket nem Svájc védelmi képességei tartották vissza az ország elleni vagy a területén áthaladó támadástól. (Jóllehet tisztában voltak a hadsereg harcértékével, illetve a terep okozta nehézségekkel<sup>(62)</sup>.) Egyszerűen arról volt szó, hogy az adott



körülmények között kinek-kinek szüksége volt bizonyos "szolgáltatásokra", melyeket csak egy, a Svájc pozíciójában lévő ország tudott biztosítani.

A háború után a jó gazdasági helyzetben levő Svájcnak a többi európai országgal szemben nem a termelőkapacitás fejlesztése, hanem külkapcsolatainak rendbetétele jelentette az egyik legfontosabb feladatot. Különösen sürgető volt ez az Amerikai Egyesült Államok, Franciaország és Nagy-Britannia vonatkozásában, akik nehezteltek a németekkel kapcsolatos korábbi viszony miatt. A kapcsolatok normalizálása rekordidő alatt megtörtént, utolsó aktusa az 1946. május 25-i washingtoni egyezmény volt, amely a svájci bankokban zárolt német javak után fizetendő kompenzáció összegéről rendelkezett.

A semlegesség, mint tovább folytatandó politikai gyakorlat kérdésében nem merültek fel kétségek. 1950. március 21-én Max Petitpierre, az államszövetség elnöke így nyilatkozott:

"Svájc igyekszik maximálisan betartani mindazokat a kötelezettségeket, amelyeket a semlegesség politikája ró az országra. Országunk nem vállal semmiféle olyan kötelezettséget, amely fegyveres konfliktusba sodorhatná".<sup>(63)</sup> Elhangzásuk pillanatában igencsak időszervi gondolatok voltak. Felvetődött ugyanis a svájci vezető körökben csakúgy, mint más nyugat-európai országokban is Svájc és a NATO kapcsolatának kérdése. Ezen összefüggésben két elgondolás-rendszer alakult ki. Az egyik a "semlegesség és szolidaritás" nevet viselte, és hívei nem tartották a semlegesség akadályának a NATO-hoz való csatlakozást. A kérdést nem politikai, nemzetközi jogi, vagy katonai, hanem lelkiismereti ügyként kezelték. Támogatói között találjuk a hadsereg magasrangú tisztjeit, sőt a hadügyek akkori irányítóját, Karl Kobelt is.

A másik elképzelés a "fegyveres semlegesség" gondolata mellett tört lándzsát. Ennek lényege az volt, hogy a semlegesek kötelezettségeit maradéktalanul betartva, a védelmi képesség további fokozásával biztosítsák az ország szuverenitását. Ez utóbbi elképzelés hívei győztek, aminek eredményeként az 1950-es 505 millió frankról 1959-re 997 millióra nőttek a katonai kiadások. Ez akkor az összkiadások 40 %-át jelentette. Erre az időszakra esik a hadsereg fegyverzetének és objektumainak jelentős korszerűsítése, amelyre 10 év alatt rendkívüli költségként 1,3 milliárd frankot fordítottak<sup>(84)</sup>.

1958-ban merült fel az atomfegyverek rendszerbe állításának kérdése is. 1962-ben népszavazást tartottak ez ügyben. A döntés értelmében az ország elvben birtokolhat nukleáris fegyvert. Szerencsére mind a gazdasági, mind a katonai megfontolások ellentmondtak a rendszeresítésnek. Diplomáciai kapcsolatait - tanulva a korábbi hibákból - viszonylag egyenletesen alakította a világ országaival, természetesen nem hagyta figyelmen kívül társadalmi berendezkedésüket. Nemzetközi szervezetek munkájában való részvétele tovább növelte presztízsét. Egyes szervezetekbe történő belépését természetesen nemcsak ez, hanem a gazdasági érdekek is motiválták. 1948-ban tagja lett az Európai Gazdasági Együttműködési Szervezetnek (OEEC), amely az export-import ügyletek lebonyolítását könnyítette meg számára. 1950-ben az Európai Fizetési Unióba (EPU) lépett be, 1958-ban pedig az Általános Vámtarifa- és Kereskedelmi Egyezményhez (GATT) csatlakozott. 1959-ben az Európai Szabadkereskedelmi Társulás, az EFTA tagja lett. Az utóbbi kettő azért volt számára kedvező, mert változatlanul hagyta a svájci mezőgazdaságnak előnyös vámtarifa- és kvótarendszert. Az ország a Marshall-szegély keretében neki felajánlott összeget semlegességére hivatkozva nem vette igénybe. Nagyon érdekes tény - és a svájci politikusok körében csakúgy, mint a közvéleményben nagy vitákat váltott ki, hogy Svájc nem lépett be az ENSZ-be. Nem tette ezt annak



ellenére, hogy szinte valamennyi szakosított szervezetének tagja. A belépés ellenzői a világszervezet Alapokmányának VII. fejezetére hivatkoztak, amely szerint a tagországoknak részt kell venniük az agresszor elleni katonai szankciókban. Ezt összeegyeztethetetlennek tartották a semleges státusszal. Ezen kívül úgy vélték, hogy a szakosított szervezetek munkájában való részvétel lényegében helyettesíti az ENSZ-tagságot. A probléma tehát látszólag ugyan az volt, mint ami 1920-ban a népszövetségi tagsággal kapcsolatban felmerült, a megoldás azonban gyökeresen különbözött. Svájc következetesen és kétségeket kizáróan tartotta magát az örökös semlegesség alapelveihez és gyakorlatához.

### SVEDORSZAG

A XVII. századi Európa egyik legtekintélyesebb királysága Svédország volt. II. Gusztáv Adolf hadsereg-szervező tevékenysége nyomán ereje rendkívüli módon megnőtt, ami hatalmas területek meghódítását tette lehetővé. A harmincéves háború és X. Károly Gusztáv hódításai eredményeként a század közepére magáénak mondhatta a Balti-térségben Észtországot és Litvániát, az észak-német területek egy tekintélyes részét, megszerezte Finnországot és Norvégia kiterjedt területeit. Paradox módon éppen e hódító háborúk, illetve a belpolitikai csatározások miatt a XVIII. század elejére jelentős mértékben meggyengült. A háborúk hatalmas összegeket emésztettek fel, a meghódított területek megtartása, a hadsereg utóképeségének megőrzése egyre többbe került és egyre nehezebbé vált<sup>(65)</sup>. Ezt az állapotot használta ki II. Agost szász választófejedelem és lengyel király, IV. Frigyes dán király és I. Péter orosz cár a svédellenes északi liga megalakítására 1699-ben és az északi háború kirobbantására 1700-ban. Az 1721-ig tartó háború lényegében 1708-1709-ig a svéd sikerek jegyében zajlott, ekkor azonban XII. Károly erejét meghaladó feladatra vállalkozott. Mélyen bevonult Ukrajnába, ahol nem várt ellenállásra talált, ráadásul a po-

tenciális szövetségesek - Leszczynski Szaniszló lengyel király és a török szultán támogatása is elmaradt. Az 1709. június 27-én Poltavánál megvívott csata megfordította a háború menetét. A svédek folyamatosan adták fel az elfoglalt területeket. Az 1719 és 1721 között megkötött békék eredményeképpen Svédország kiszorult az európai politikát meghatározók sorából, középhatalommá vált. A háborút lezáró utolsó egyezmény - amelyet a svédek Nystadban kötöttek meg Oroszországgal 1721-ben - 7. pontja ráadásul függő helyzetbe kényszerítette Svédországot az orosz cárral szemben.

Ennek értelmében Oroszország tartózkodik a svéd belügyekbe való beavatkozástól, ugyanakkor vállalja, hogy megakadályozza az ország államrendjének megváltoztatását. Ilyenformán a második kitétel értelmetlenné tette az első, és ahogy azt a későbbiekben majd láthatjuk, a XVIII-XIX. században a svédek ezt többször keservesen megtapasztalták. Ezt követően a svéd politika attól függően, hogy a riksdagban, a svéd parlamentben a sapkások vagy a kalaposok<sup>(66)</sup> szereztek-e vezető pozíciókat, hol az orosz, hol a francia elkötelezettség között ingadozott. A gyors belpolitikai változások azonban azzal jártak, hogy Svédország egyik fél mellett sem tartott ki hosszabb ideig, ilyenformán pozíciói tovább romlottak. A hétéves háborúban (1756-1763) való részvétele - amely óriási kiadásokkal járt<sup>(67)</sup> - területi nyereség helyett pusztán a status quo megerősítését hozta.

A sors fintora, hogy az oroszellenes politikát folytató III. Gusztáv uralkodása idején került sor első ízben arra, hogy Svédország egy nemzetek közötti konfliktus során semleges magatartást tanúsított - éppen korábbi ellenfeleivel, Oroszországgal, Dániával és Poroszországgal szövetségben. Az erősödő svéd ipar és kereskedelem komoly károkat szenvedett azáltal, hogy az észak-amerikai függetlenségi háború során Anglia blokádot hirdetett és sorra foglalta le a kereskedelmi hajókat. A négy, konfliktusokban nem, de a kereskedelem-

ben érdekelt ország 1780-ban megkötötte az első fegyveres semlegességi ligát. Az egyezmény értelmében hadihajókkal biztosították a kereskedelmi konvojok zavartalan áthaladását az amerikai partok előtti angol blokádon. A liga 3 éven át, 1783-ig sikerrel töltötte be funkcióját. Svédország először tapasztalhatta, hogy a diplomácia és a fegyverek jól felépített egyensúlyával harc nélkül is képes érdekeit biztosítani<sup>(68)</sup>.

Az 1789-es francia forradalom újra megerősítette a svédek orientációját, e kapcsolattól remélve a korábbi pozíciók egy részének visszaszerzését. Ennek az irányváltásnak volt az egyik eleme az 1794-es svéd-dán szövetség a semlegesség és a tengeri kereskedelem biztosítására, újfent csak Anglia ellen. Ezzel az irányvonallal, valamint a semlegességgel szakított az 1796-ban trónra lépő IV. Gusztáv Adolf, amikor szerződést kötött I. Pállal, vállalva egy sereg felállítását és Franciaország elleni bevetését. Ennek jegyében még franciaországi követét, Staäl gróft is visszahívta<sup>(69)</sup>. Katonai lépésekre azonban nem került sor, mert Napóleon diplomáciai sakkhúzásaival I. Pált szembe fordította Angliával.

Ettől nem egészen függetlenül jött létre a fegyveres semlegesség második ligája, amely az első liga alapító tagjait tömörítette és szintén az angolok ellen irányult. Ez 1801-ig állt fenn. Széthullását az okozta, hogy Nelson admirális a koppenhágai öbölben hadüzenet nélkül megtámadta és elsüllyesztette a dán flottát. Svédország csak azért nem jutott hasonló sorsra, mert közben I. Pált meggyilkolták, és mivel I. Sándor nem folytatta előde politikáját, a liga szétesett.

Hibát követnénk el, ha az angol lépést a semlegesség megsértéseként értelmeznénk, a liga ugyanis eleve Anglia ellenében jött létre. Ilyenformán megint csak egy sajátosan értelmezett fegyveres semlegességről beszélhetünk, amely nehezen

egyeztethető össze a státussal kapcsolatban kialakított mai nézetekkel. Hogy a svéd történelem e szakaszában nyoma sincs a semlegesség iránti elkötelezettségnek, mi sem bizonyítja jobban, mint részvételük a Napóleon-ellenes harmadik koalícióban (1805-1807) a korábbi ellenfél, Anglia oldalán, vagy az 1808-1809-ben vívott svéd-orosz háború, amely végül Finnország elvesztését eredményezte. Ugyancsak a napi politikai érdekeknek megfelelően döntött 1812. januárjában az akkor még régens Bernadotte - a későbbi XIV. Károly János király -, amikor Svéd Pomeránia francia megszállása után kinyilvánította az ország semlegességét az angol-francia háborúban. Rögtön ezután szövetséget ajánlott Angliának, amiért Norvégiát és Sjællandet kérte cserébe. Ez a szövetség ugyan kútba esett, de létrejött egy másik, amelyet Oroszországgal kötött. Ebben megerősítették az orosz-svéd háború utáni status-quo, katonai együttműködést irányoztak elő egy német területen végrehajtandó partraszállásban, és Svédország ismételten kinyilvánította igényét Norvégiára<sup>(70)</sup>.

Svédország újkori történelmének utolsó csatáját a hetedik koalíció tagjaként 1813. október 16. és 19. között vívta Lipcsénél. Abban, hogy ez volt az utolsó, inkább a szerencse és véletlen játszotta a főszerepet, mint a svédek elhatározottsága. 1834-ben XIV. Károly János a kiújuló angol-orosz ellentét kapcsán nyilatkozatot adott ki a semleges politika folytatását illetően, ez azonban nem akadályozta meg fiát, I. Oszkárt abban, hogy 1848 áprilisában az első schleswig-holsteini háborúban egy hadtestet küldjön Dánia segítségére. A csapatok még nem fejezték be a felvonulást, amikor a háború a dánok vereségével véget ért. A svéd politika minden korábbi ingadozása ellenére az ország nemzetközi tekintélye akkora volt, hogy felkérték a béketárgyalásokon való közreműködésre.

Az 1853-56. évi krími háború megint csak bizonyította, hogy Svédország pillanatnyi politikai előnyökért nem csak a pár-

tatlanságot, hanem magát a semlegességet is felelhetőnek tartja. I. Oszkár a háború kitörésekor megerősítette ugyan apja 1834-es semlegességi nyilatkozatát, ugyanakkor a szövetségesek rendelkezésére bocsátotta flottabázisait a Balti-tengeren végrehajtandó hadműveletekhez. Ez azzal járt, hogy amennyiben a harcok kiterjedtek volna a balti térségre is, a svéd-norvég királyság óhatatlanul hadviselővé vált volna. Ennek veszélyeit elkerülendő, tovább távolodva a semleges politika gyakorlásától, 1855 novemberében szerződést kötött Angliával és Franciaországgal, amelyek szavatolták az ország sérthetlenségét egy esetleges orosz támadással szemben<sup>(71)</sup>.

A második schleswing-holsteini háborúban (1863-64) Svédország a korábbinál jóval mérsékeltabb magatartást tanúsított, bár a skandináv szolidaritás jegyében nyújtott némi anyagi segítséget Dániának. Az ezt követő időszakban Svédország a korábbinál lényegesen következetesebbnek bizonyult. Mind az osztrák-francia, mind a porosz-francia háború idején újólal tudatta az európai hatalmakkal, hogy kitart a semlegesség mellett és nem kíván fegyveres eszközökkel részt venni a kontinensen zajló konfliktusokban.

A XIX. század utolsó három évtizedében Svédország halatlanul nagy változásokon ment át. A legújabb tudományos eredmények alkalmazásával a felfeldolgozás és a cellulóz alapú papírgyártás központja lett. Kidolgozták a magas foszfortartalmú vasérc feldolgozásának technológiáját, megkezdődött a nagy ipari üzemek kialakulása, a vasútépítés és a villamos energia hálózat kiépítése. Megnőtt az ország külkereskedelmi forgalma, különösen ami Angliát és Németországot illeti. A gazdasági megerősödés együtt járt a nemzetközi kapcsolatok aktivizálódásával, a diplomácia felélélnkülésével. Svédország tevékeny részese volt a két hágai konferencia munkájának, komolyan szorgalmazta a nemzetközi konfliktusok békés rendezését döntőbíróság útján, valamint a semle-

ges országok jogainak és kötelességeinek rögzítését.

Növekvő aktivitása folytán nem kerülhette el figyelmét a háborús veszély fokozódása. A marokkói válságok, a német flottaépítési program felgyorsítása, a balkáni háborúk arra figyelmeztettek, hogy az egyre erősödő konfliktusok megoldásához a diplomácia eszközei már elégtelenek<sup>(72)</sup>. A hadsereg fejlesztése mégis következtelenül, a belső politikai erőviszonyok alakulásának függvényében zajlott. 1910-ben elhatározták ugyan egy cirkáló-program megvalósítását és az uralkodó V. Gusztáv (1905-1950) nyomására az első hajó megépítésére kiutalták a szükséges összeget, de a következő évi választásokon hatalomra jutott liberálisok halogatták a program végrehajtását.

1912 októberében, az első Balkán-háború kirobbanása után Svédország Dániával és Norvégiával együtt újra megerősítette semlegességét, ami tovább növelte a konzervatívok támadását - véleményük szerint - a védelmi képesség fokozását elszabotáló liberális kormány ellen.

A kormány lemondásához vezető akciók sora mögött azonban a külpolitikai irányváltás igénye is felismerhető volt. A konzervatívok, V. Gusztáv támogatását maguk mögött érezve a javuló svéd-orosz kapcsolatok felszámolását és a korábbi német orientáció erősítését követelték. Ennek a törekvésnek számos jelét láthatjuk a későbbiekben. A svédek I. világháborús magatartása, az "aktivisták" és a semlegesség következetes támogatói közötti harc eredménye végre egyértelművé tette, hogy Svédország politikai stratégiaként kezeli a semlegességet, ugyanakkor nem rendelkezik akkora erővel, hogy ellenálljon a külső hatalmak nyomásának<sup>(73)</sup>.

Svédország a háború kitörésekor újra megerősítette teljes semlegességét, ugyanakkor a hadviselő felekkel szembeni magatartását egyáltalán nem a pártatlanság jellemezte. A



küzdelem első két évében - az akkor szintén semleges Belgiumt lerohanó - Németország első számú ipari exportőre volt, ráadásul a közvetítő kereskedelem nagy része is itt bonyolódott. Az antant országait különösen zavarta, hogy nyers- és alapanyagait a svédországi feldolgozást követően Németországban kerültek felhasználásra. Attól eltekintve, hogy ez a nagyfokú elkötelezettség a háborúba való belesodródás veszélyével járt, az ország gazdasága hihetetlenül megerősödött. Külföldi tartozásait visszafizette, aranytartalékai megnöttek, az ipari termelés felszökött.<sup>(74)</sup>

A fent leírt gyakorlat nyomán a svéd kapcsolatok annyira megromlottak az antant-hatalmakkal, hogy ez utóbbiak megszüntették Svédországba irányuló szállításaikat. Ez az ipari termelés csökkenéséhez, inflációhoz, munkanélküliséghez vezetett. A növekvő elégedetlenség arra kényszerítette a kormányt, hogy újabb irányváltást hajtson végre, így az 1917-18-as évekre az antant orientáció megerősödése volt a jellemző. Ennek egyik ékes bizonyítéka, hogy 400000 tonna hajóteret adott bérbe a szövetségeseknek, engedélyezve azok felhasználását a harci övezetekben is.<sup>(75)</sup> Összességében Svédország elégedett lehetett az I. világháború "eredményeivel": A fegyveres küzdelmekben nem vett részt, így hadserege érintetlen maradt. Gazdasága megerősödött, kiterjedt kapcsolatokkal rendelkezett Európában csakúgy, mint az amerikai kontinensen. Csak éppen a semlegesség veszített sokat hiteléből s nemzetközi tekintélyéből. Lényegében Svédország I. világháborús magatartása volt az oka annak, hogy a világ közvéleménye (nem minden szándékos hangulatkeltés nélkül) erkölcsstelennek, öncélúnak, haszonlesőnek tekintette a semlegességet, mint politikai kurzust.

A két világháború közötti időszakban Svédország a Népszövetség tagjaként (1921-ben lépett be) tevékenykedett, és külpolitikáját igyekezett összhangba hozni Dániával és Norvégiával, valamint Európa más kisországaival, így Belgium-

mal, Hollandiával és Svájjal. Elképzeléseik között szerepelt, hogy a vitás nemzetközi kérdések megoldására hivatott döntőbíróságok alkalmazási körét szélesítsék ki, valamint, hogy a Népszövetség kis tagállamai esetében korlátozzák a katonai szankciókban való részvétel kötelező jellegét.

A skandináv blokk országai nem csak a külpolitikában igyekeztek egységes álláspontot képviselni, hanem gazdasági téren is szorosan együttműködtek. Ennek egyik példája az 1930-as oslói szerződéssel létrehozott Északi Vámunió, amely az egymás közötti kereskedelem vámtételeiről intézkedett. Hamarosan nyilvánvalóvá vált azonban, hogy sem a Népszövetség, - amely egy kollektív biztonsági rendszer létrehozására lett volna hivatott - sem az egyes országok sokoldalú és sokirányú kapcsolatai nem képesek szavatolni Európa békéjét. Ez a felismerés hozta meg a nemzeti védelmi potenciálok, elsősorban a gazdaság és a hadsereg erősítésének szándékát. A kontinens legtöbb államával ellentétben Svédországnak mindkét terület egyidejű fejlesztéséhez meg volt a képessége. Noha nyilatkozataiban a többi északi országokhoz hasonlóan a kollektív biztonság mellett szállt síkra, 1938-ban megnövelte katonai kiadásait. Ugyancsak megnövekedtek a stratégiai nyersanyagtartalékok és a lakosság ellátásához nélkülözhetetlen termékek készletei is.

Addigi gyakorlatának megfelelően Svédország a II. világháború kitörésekor ismételten kinyilvánította a semlegeség melletti elkötelezettségét, és ehhez 1939. decemberéig következetesen tartotta is magát. Kereskedelmét és kereskedelmi hajói viszonylagosan szabad mozgását biztosítandó, egyezményeket kötött két korábbi jelentős partnerével, december 07-én Angliával, december 22-én pedig Németországgal. Ugyanakkor tovább növelte katonai kiadásait, melyek értéke 1939-1940-ben az állami kiadások 51 %-át tette ki<sup>(75)</sup>.



Az az esemény, amely a szigorúan semleges magatartásból kibillentette, a szovjet-finn téli háború volt. Ebben az esetben a finneknek nyújtott segítség - amely stratégiai nyersanyagok és hadianyagok szállításában nyilvánult meg - a politikai vezetés saját szándékait és véleményét tükrözte, nem pedig valamely nagyhatalom nyomására történt. Noha az angol kormány a finnek megsegítése érdekében szorgalmazta a svéd csapatok koalíciós keretekben történő bevetését, a politikai vezetés 1940 januárjában kinyilvánította, hogy a semlegesség fenntartása mellett, csak korlátozott segítségnyújtásra hajlandó. Aktívan működött közre viszont a konfliktus tárgyalásos megoldásában. Az igazi próbatételt a svéd semlegesség számára az 1940. április 09-e, Norvégia német lerohanása utáni időszak jelentette. Végrehajtotta ugyan a mozgósítással kapcsolatos intézkedéseket és a szovjet kormány is felszólította Németországot a svéd semlegesség tiszteletben tartására, ezek azonban nem jelentettek garanciát egy esetleges német megszállás ellen. A határok tiszteletben tartásának oka a háború kezdeti időszakában az volt, hogy Hitler a politikai nyomásgyakorlás, illetve a katonai erővel való fenyegetés útján is elérte céljait, később pedig - főként 1942. nyarát követően - nem volt elegendő ereje az intervenció végrehajtásához<sup>(77)</sup>.

A svéd kormány haderejének gyors ütemű fejlesztése ellenére sem volt abban a helyzetben, hogy ellentmondjon a német követeléseknek, így az 1914-1916 közötti időszakhoz hasonló helyzetbe került. A német igények kielégítése a semlegesség többszöri durva megsértéséhez vezetett. 1940 nyarán engedélyezte katonák és hadianyag Norvégiába történő vasúti szállítását, 1940 és 1943 között folyamatosan szállított vasércet Németországba, 1941 júniusában pedig átengedett területén egy Finnországba tartó német hadosztályt. Ezekről függetlenül, vagy talán éppen ezek ellensúlyozására igyekezett fenntartani kapcsolatait a szövetségesekkel is. 1940 szeptemberében állami hitelt nyújtott a Szovjetuniónak, meg-

szerezte Anglia hozzájárulását az óceánon át történő korlátozott áruszállításokhoz, vállalta a Szovjetunió diplomáciai képviseletét több európai országban.

A harctereken elszenvedett német kudarcok felbátorították a svéd kormányt, így lazítani kezdte a Harmadik Birodalomhoz fűződő kapcsolatait. Ezzel egyidőben tárgyalásokat kezdett az angolokkal és az amerikaiakkal a gazdasági kapcsolatok megerősítéséről és a németeknek nyújtott egyoldalú előnyök felszámolásáról. A szerződést 1943 szeptemberében írták alá Londonban és ettől kezdve a svédek óceánon túli importja jelentős mértékben megnövekedett<sup>(78)</sup>. A szövetséges hatalmak Svédországra gyakorolt nyomása egészen a háború végéig tartott. Láthatjuk tehát, hogy a Svéd Királyság nem túlságosan elszánt törekvése a szigorú semlegesség megtartására újfent kudarcot vallott. Szuverenitása sérthetetlenségét is inkább köszönheti a nagyhatalmak érdekei érvényesülésének, mint saját védelmi képessége visszatartó hatásának<sup>(79)</sup>. Nem tagadhatjuk ugyanakkor azt sem, hogy a svéd hadsereg a háborús évek alatt valóban megerősödött, létszáma meghaladta a félmillió főt. Az 1942-es fegyverkezési program eredményeként a hadsereg fegyverzetében megjelentek a saját gyártmányú repülőgépek és harckocsik, nem is beszélve a kézi fegyverek különböző fajtáiról<sup>(80)</sup>. Hogy ez a hadsereg egy védelmi jellegű háborúban mire lett volna képes, azt már soha nem tudjuk meg. Mindenesetre 1943 és 1945 között a német hadvezetés a már említett tervekben komolyan számolt vele, noha az esetleges támadástól elsősorban nem ez tartotta vissza.

A háború befejezése után a svéd semlegesség nemzetközi megítélése távolról sem volt olyan kedvezőtlen, mint az 1918-at követő néhány esztendőben. Svédország 1946-ban tagja lett az Egyesült Nemzetek Szervezetének. Svájjal ellentétben nem tartott attól, hogy a büntető szankciókban való kötelező részvétel miatt esetleg fegyveres konfliktusba keve-

redhet, vagy semlegessége megkérdőjeleződhet. Bejelentette, hogy ilyen esetben nem csatlakozna egyik félhez sem<sup>(81)</sup>.

Az 1948-as év újra komoly próba elé állította a svéd vezetést. A Marshall-terv céljaival és szándékaival, mint a semlegesség politikája mellett elkötelezett ország nem ért-  
hetett egyet, de egy sajátos értelmezéssel bravúrosan megol-  
dotta a problémát. Ugy nyilatkozott, hogy azt újjáépítési  
tervnek tekinti, nem pedig az azt el nem fogadók elleni tö-  
mörülés létrehozójának. Ennek jegyében vette igénybe a  
Marshall-segélyt, amelynek összege 107 millió dollárra rú-  
gott<sup>(82)</sup>. Hogy e újabb lépését elfogadtassa a világ politi-  
kai közvéleményével, újabb nyilatkozatot adott ki, amelyben  
tömbönkívüliségét hangsúlyozta:

... "nem csatlakozik valamely nagyhatalmi tömbhöz, sem vala-  
milyen kifejezett szövetségi szerződéshez és hallgatólagosan  
sem ért egyet a közös katonai rendszabályokkal konfliktus  
esetén"<sup>(83)</sup>.

E nyilatkozat tükrében teljesen váratlan volt az a svéd kez-  
deményezés, amely egy kollektív skandináv védelmi szervezet  
létrehozását célozta meg, bevonva abba Finnországot is. Az  
elképzelés szerint a szövetségnek semleges politikát kellett  
volna folytatnia. 10 hónapi tárgyalás után a szervezet még-  
sem jött létre. A kudarc oka az volt, hogy Norvégia nem ér-  
tett egyet a semlegességgel, illetve Finnország ekkor kötött  
barátsági és együttműködési szerződést a Szovjetunióval. A  
semlegesség felmondásának tűnő kezdeményezés két okkal ma-  
gyarázható. Az egyik az, hogy az egész kontinensre kiterjedő  
komplex biztonsági rendszert sem az első, sem a második vi-  
lágháború után nem sikerült kialakítani. Nem látszott vi-  
szont kivihetetlennek egy regionális, a nagyhatalmaktól le-  
hetőleg egyenlő távolságot tartó szervezet létrehozása. A  
másik ok a nagyhatalmak befolyásától való félelem volt.  
Svédország mindkét nagy világégés során tapasztalhatta, hogy

legjobb szándéka ellenére sem képes ellenállni a nyomásnak a szuverenitás kockázata nélkül. A sikertelen kísérlet a védelmi kiadások növelésére készítette a svéd kormányt<sup>(84)</sup>. Ez nem csak a technika, hanem a szervezet korszerűsítését is magával hozta. A regionális törekvések nemcsak katonai, hanem gazdasági téren is megjelentek, de ezek sem jártak sikerrel. Az elszigetelődés veszélye arra készítette tehát, hogy csatlakozzon a már meglévő szervezetekhez, így az Európai Gazdasági Együttműködési Szervezethez, az Európai Fizetési Unióhoz, az Európa Tanácshoz és az Európai Szabadkereskedelmi Társuláshoz.

Az északi országok együttműködésének fokozása érdekében 1951-ben Svédország és Dánia létrehozta az Északi Tanácsot, amelynek alapelve az volt, hogy tagországok közötti sokrétű kapcsolatokat azok külpolitikai irányvonalának megváltoztatása nélkül erősítse. Mivel ez az álláspont a térség országainak megfelelt, 1955-re a Tanács létszáma kiegészült Norvégiával, Izlanddal és Finnországgal. Ekkorra a svéd politika olyan tekintélyt vívott ki magának, hogy a semlegesség megsértésének kérdése fel sem merült. Svédország egyre aktívabban tevékenykedett a nemzetközi szervezetekben, a jószolgálatok terén és nagy szerepet játszott az atomfegyverek csökkentéséért, valamint az atomkísérletek betiltásáért indított mozgalmakban<sup>(85)</sup>. A nemzetközi szerepvállalás mellett természetesen nem feledkezett meg a védelmi képesség fokozásáról sem, amely a önerőre való támaszkodás elvének a lehetőségek szerinti maximális figyelembe vételével történt<sup>(86)</sup>. Es ez az az pont, amely a II. világháború után újra felvetette a kérdést: létezik-e szigorúan vett semlegesség?

## JEGYZETEK

### A gondolatától a megvalósulásig ...

58. Eidgenossenschaft = Esküszövetség. A három őskanton az 1315. évi győztes morgarteni csata után megújítja 1291. évi szerződését, amelyhez később folyamatosan csatlakozik több kanton és szabad város. Számuk 1813-ban már 13. Szövetségük 1648-ig viseli az Eidgenossenschaft nevet.
59. V8.: Szabó János: Fegyveres semlegesség. Bp. 1985. Zrínyi 145-146. pp.
60. F. Wohlen, a Szövetségi Tanács tagja dolgozta ki azt a tervet, amely eredményeképpen az addig nem művelésre szánt szabad területek felszántásával a művelés alá vett terület nagysága 187000 hektárról 366000 hektárra nőtt.
61. Georgij Dragunov: Svájc - Múlt és jelen. Bp. 1983. Kossuth 81.p.
62. A Nürnbergi per adatai szerint Németország már 1940-ben kidolgozta Svájc lerohanásának tervét, amely a "Tannenbaum" nevet kapta.
63. G. Dragunov: i.m. 118.p.
64. G. Dragunov: i.m. 123.p.
65. XI. Károly (1680-1697) rendeletei következtében a parasztság köteles volt eltartani a teljes királyi hadsereg személyi állományát. Sor került a meghódított területeken a nemesi és egyházi birtokok elkobzására. Ez különösen a balti németeket érintette igen hátrányosan. E politikai hátrányai a nagy északi háborúban (1700-1721) váltak nyilvánvalóvá.
66. Az 1738-39-e riksdagban a kancellári posztot betöltő Horn gróf és híveit konzervativizmusuk és állítólagos gyávaságuk miatt sapkásoknak (hálósapkásoknak) nevezte az ellenzék, míg önmagát a nemesemberek jelképe után kalaposokként aposztrofálta.
67. A rohamosan növekvő inflációt azzal próbálták kezelni, hogy a parasztok számára megtiltották az állami földek megváltását, amitől az adóbevételek növekedését remélték. Még a háború alatt megtiltották továbbá a házi szeszfőzést, ami szintén növelte a kincstár bevételeit. Ez utóbbi rendelet 1760-ig volt érvényben.
68. 1691-ben az angol-francia háború idején a kereskedelmi

hajóit elveszítő Svédország és Dánia deklarálta semlegességét, ezt azonban Anglia csak azután ismerte el, miután hajóhada komoly veszteségeket szenvedett az egyesített svéd-dán konvojokat kísérő hadihajóktól. Ez esetben tehát a státus elismertetéséhez a diplomácia eszközeit nem vették igénybe, ráadásul a semlegesség értelmezése is igen sajátos volt, a szállítások egy része ugyanis a hadviselő Franciaországba irányult. Ilyenformán az eset csak fenntartásokkal tekinthető a fegyveres semlegesség egy ugyancsak speciális válfajának.

69. V8.: A.Sz.Kan: A skandináv országok története. Bp. Kossuth 1976. 125. p.
70. Uo.: 131. p.
71. Uo.: 149. p.
72. Az első marokkói válság (1905. márciusában II. Vilmos tangeri látogatása robbantotta ki) okozta bizonytalanságot használja ki Norvégia a svéd-norvég unió felbontására.
73. Az "aktivisták" a svéd ultrakonzervatív körök a Németország melletti teljes elkötelezettség hívei, a háborúban való részvétel támogatói voltak.
74. A.Sz.Kan: i.m. 199. p.
75. Uo. 203. p.
76. Uo. 260. p.
77. 1943-ban több hadművelleti tervet dolgozott ki a német hadvezetés egy Svédország elleni esetleges háborúra - ilyen volt például a "Sarki róka-terv" - de végrehajtásukra a kurszki vereség után már nem volt lehetőség.
78. A.Sz.Kan: i.m. 267. p.
79. A német és a szovjet érdekek 1939. és 1941. közötti ellentéteire utál például Nils Andrén idézett művében: 100. p.
80. A.Sz.Kan: i.m. 283. p.
81. V8.: N.Andrén: i.m. 101. p.
82. A.Sz.Kan: i.m. 300. p.
83. N.Andrén: i.m. 102. p.

84. Az 1947-48-as 19 %-ról az 50-es évek elejére 24 %-ra növekedett.

Vö.: A.Sz.Kan: i.m. 307. p.

85. Például Osten Undén, az akkor külügyminiszter javasolta az atommentes országok klubjának létrehozását 1961-ben. 1968-tól folyamatosan csapokat biztosít az ENSZ égisze alatt működő békefenntartó erők részére.

A vietnami háborút (és minden más agressziót) elítélő magatartása negatív hatással volt a svéd-amerikai kapcsolatokra.

86. Nils Andrén: i.m. 47. p.

