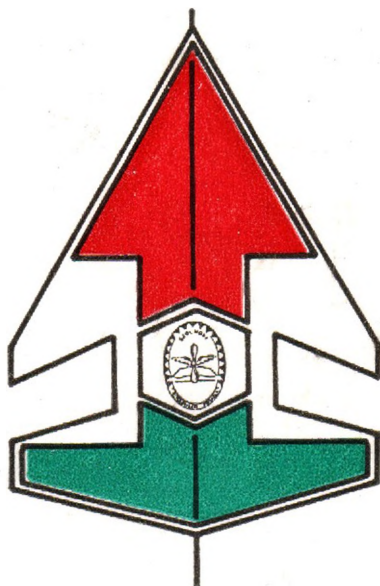


MAGYAR HONVÉDSÉG  
SZOLNOKI  
REPÜLŐTISZTI FŐISKOLA

R



**TUDOMÁNYOS  
KIKÉPZÉSI  
KÖZLEMÉNYEK**

V. évfolyam 14—15. szám

1993 / 2-3

## TUDOMÁNYOS 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:

Bertók Judit főhadnagy  
dr. Lantos Éva főisk. tanár  
Mikola István őrnagy  
Ribárszki István alezredes  
Svehlik János mk. alezredes  
Szekeres Bálint főisk. adjunktus  
Szilágyi Sándor ka.  
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. Steiger József:</i> Repülésmechanikai paraméterek vizsgálata vadászgépeknél .....	2
<i>Rádló Tibor:</i> Kreditrendszer a felsőoktatásban (tanulmány).....	27
<i>Dr. Pokorádi László:</i> Rendszerek és folyamatok gráfelméletének vizsgálata .....	33
<i>Uj. Korvándt Dező - Korvándt Dező:</i> A légi járművek leszállásának összehasonlító elemzése .....	45
<i>Szeheres Bálint:</i> A matematikaoktatás utcaja kétírányú .....	64
<i>Xios Lajos:</i> Futókerékre ható üzemeltetési paraméterek .....	75
<i>Dr. Pokorádi László:</i> Üzemi paramétereltérések hatásainak vizsgálata a repülőgép pneumatikus rendszer matematikai modelljének felhasználásával .....	92
<i>Dr. Eszényi József:</i> A professzionális hadsereg megvalósíthatóságát befolyásoló tényező állapota Magyarországon .....	102
<i>Szilágyi László:</i> A katonai főiskolai hallgatók műveltségutadata és szabadidő-tevékenysége ....	117
<i>Dr. Szabó László:</i> A személyi számítógép alkalmazásának tapasztalatai a szakalapozó tantárgyak tanításában a Repülő sárkány-hajtómű tanzséken II. rész .....	140
<i>Uj. András:</i> A gondolatától a megvalósulásig, avagy a semlegesség kialakulásának folyamata II. rész .....	154
<i>Allekhinó Hűföldi szakcsigó alapján:</i> Korszerű fedélzeti elektronikai rendszerek (fordítás)...	172
<i>Villie C.E.:</i> Teljesen villamosított repülőszerkezetek kormánygépei kialakításának kompromisszumos megoldása (fordítás) .....	203

REPÜLSÉMECHANIKAI PARAMÉTEREK  
VIZSGÁLATA VADÁSZGEPEKNÉL

BEVEZETÉS

A vadászrepülőgépek repülésmechanikai paramétereinek javítása a gép repülési tulajdonságainak javítását jelenti. Milyen paraméterek és milyen tulajdonságok javításáról van szó? Azt mondhatjuk, hogy több tíz paraméterről, melyek a legfontosabb vadászrepülési tulajdonságokat (felderíthetőség, kedvező záróhelyzet, manőverezés, visszatérési biztonság, stb.) alapvetően befolyásolják.

Egy ilyen irányú vizsgálatnál a vadászrepülőgépet célszerű először komplexen megvizsgálni és tisztázni mi a vadászfeladat és milyen mai műszaki adottságokkal kísérhetjük meg azt megvalósítani.

Igy először két fő jellemzőt mérleghetünk a szokásos terminológia szerint:

- a légi harc technológiáját (Hardware);
- a légi harc taktikáját (Software).

A technológia alatt a gép, szorosabban a tervező szemlélet említhető: az aerodinamikai, szerkezeti, propulziós, repülésmechanikai, fegyverzeti, stb. kérdések megoldásának a színvonala.

A taktika alatt általában a légi harc öt fázisa alatti gépmozgásokat értik, konkrétan a fázisok közötti repülési helyzetekkel kapcsolatos tulajdonságokat. Ilyenek:



- a felderíthetőség mértéke (ennek következményeként az elektronikus, vizuális, illetve infra rejtőző képesség, a STEALTH probléma);
- a tűznyitás legkedvezőbb pozíciójának beállíthatósága, "zárohelyzet" létrehozása;
- a támadás fázisa (relatív helyzet az ellenfélhez képest);
- a légi győzelem elérhetőségének alapja: a manőver
- a visszatérési biztonság (a korszerű felderítő rendszerben ez ugyan elérhető lenne, de ahogy a modern gépek nyelik az üzemanyagot itt még sok a tennivaló).

Az eddigiekből már kitűnik, hogy a feladat sikeres teljesítéséhez a kiváló gép mellett a kiváló pilóta igénye is megjelent. Ezt az együttest egy kicsit közelebbről is célszerű megvizsgálni. Azonban más kérdéseket sem mellőzhetünk, ha a ma és a jövő vadász tulajdonságait csak áttekintően is meg akarjuk közelíteni (hogy aztán - esetleg egy más alkalommal - mélyebb részleteket is feltárjuk).

Ilyenek a:

- vadász fejlesztésének alkalmazott kutatásai, tervezési eredményei, mint a jövőbeni fejlesztések bázisa;
- a gép szerkezeti problémáinak visszahatása a repülési tulajdonságokra;
- az alkalmazott propulzió.

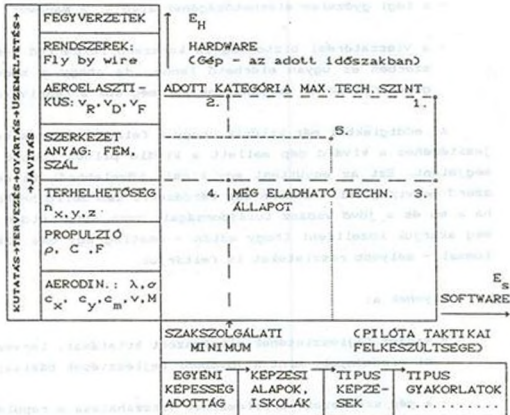
# 1. Gép és pilóta - együttes lehetőségek

Az említett két fő jellemző,

a légi harc  
technológiája  
(HARDWARE)

a légi harc  
taktikája  
(SOFTWARE)

melyek összessége a légi harc eredményességének potenciálját adja (legyen ennek jele: E) az alábbiakban összetevőik alapján részletezzük az 1. ábra segítségével.



## JELÖLESEK:

- |  |                      |
|--|----------------------|
| 1. Elméleti eset: 100 % harci érték      | $E = 100$            |
| 2. Jó gép - képzési nehézségek           | $E \approx 25 + 100$ |
| 3. Kitűnő képzés - gyenge technológia    | $E \approx 50 + 75$  |
| 4. Véletlenszerű (de létező) minimum     | $E < 40$             |
| 5. Ált.köznapis helyzet; bármely évtájon | $E \sim 50 + 60$     |

1. ábra

Az ábra függőleges tengelyén valamely gépkategórián (felderítő, csata stb.) belül a vizsgált időszakban, a világon közismert típusok között elérhető műszaki színvonalat jelöljük. Ezt egy  $E_H$  tényezővel vehetjük figyelembe, melynek fontosabb összetevőit feltünteti az ábra. Ennél magasabb harci érték is elérhető, míg gyenge hardware esetén ehhez képzési csúcok szükségesek.

## 2. Vadászgép fejlesztési irányok

### 2.1. A pillanatnyi helyzet

Lezárult egy félévezetődös korszak a kelet-nyugati géptervezői rivalizálásában. E versengés közben nem mindig az optimális gépparaméterek, hanem többször a VARSÓI-NATO feszültségek voltak a géptervezés induló adatai.

A jövőt tekintve nagyon differenciáltnak látszik a világ vadászpilótaállomány, hiszen sok szélsőséget ismerünk:

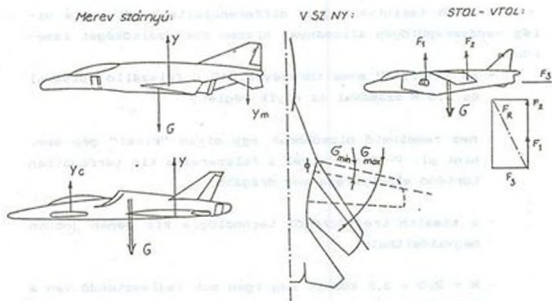
- az SR-71, 27 m-es törzsével, 45 t felszálló súlyával és 3,5 M számával az egyik véglet;
- nem remélhető olcsóbbnak egy olyan "kicsi" gép sem, mint pl. F-16-os, mivel a felszerelés kis térfogatban történő elhelyezése még drágább;
- a stealth (rejtőzködő) technológia kis gépen jobban megvalósítható;
- $M = 2,0 + 3,5$  között még igen sok fejlesztendő van a gépkialakításon;
- számolni kell azzal, hogy a repülőtereknek vége még mielőtt kitorne a harci cselekmény, tehát a STOL-VTOL gépek előtérbe kerültek.

Össességükben a felmerülő igényeket egy mindenes vadászgép (pl. EFA) nem nagyon elégítheti ki.

## 2.2. Az aerodinamikai fejlesztések

Az úgynevezett bázis aerodinamika (légerők és nyomatok elméleti meghatározási módjai) óriási fejlődése ismeretes, a szub-, szuper-, hiperszónikus áramlások kutatása - a mérsékelt sebességű áramlásokhoz képest - teljesen új világot tárt fel a repülésben. A jelen kis összefoglalóban csak a vadászgépek esetében végzett és főként csak a típusok tervezéséhez kapcsolódó alkalmazott aerodinamikai kutatások jellegzetességeit tekintjük át.

### VADÁSZ



2. ábra

Elsősorban szeparálnunk kell a vadászgépeket, mert a gép repülésére alkalmazott mechanikai elvek lényegesen kü-

lőnböznek egy-egy gépcsoportnál (2. ábra). A részletek nélkül is felfedezhetők az alapvető különbségek a gép repülését meghatározó erők és nyomatékok előállításának tekintetében.

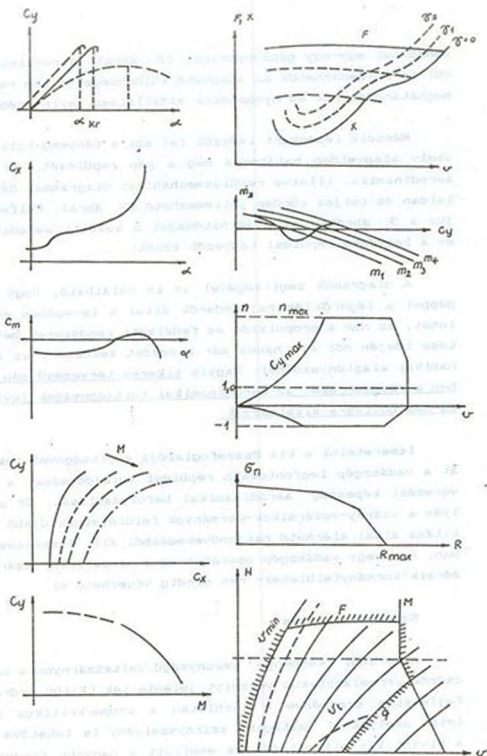
Második lépésként időzzük fel azt a tényező-kollekciót, amely alapvetően határozza meg a gép repülését. Ez néhány aerodinamika, illetve repülésmechanikai diagrammal összefoglalóan és teljes körűen jellemezhető (3. ábra). Felfedezhetjük a 3. ábrában az átjárhatóságot a kezdeti aerodinamikai és a legvégső repülési tényezők között.

A diagramok segítségével az is belátható, hogy amit a géppel a légerők és hajtóművek által a levegőben csinálni lehet, az nem a propulziós és fedélszeti rendszerek betelepítése idején dől el, hanem már a kezdet kezdetén, az aerodinamikai alaptényezőknél. Vagyis sikeres tervezésű gép esetében a rendszereket az aerodinamikai tulajdonságok javítására és nem pótlására alkalmazzák.

Ismereteink e kis összefoglalója segítségével tekintsük át a vadászgép legfontosabb repülési tulajdonságát; a "manőverezési képesség" aerodinamikai befolyását. Ez a befolyás a szárny-vezérsíkok-kormányok felületeinek újabb kialakítása által elérhető hatásnövekedésből áll. Ismeretes azonban, hogy egy vadászgép esetében ez a szeparáció: szárny-vezérsík-kormányfelületek - nem mindig végezhető el.

#### Szárnykialakítás

A korábbi "késpenge" vékonyágú deltaszárnyon a nagyobb csőrök aeroelasztikus veszélyt jelentettek (F-100 csőrök). A fejlesztés eredménye e területen a szuperkritikus profil lett, amelyknél vastagabb szárnyszelvény is lehetővé teszi a kívánt kis ellenállást és emellett a nagyobb forduló sebességeket.



3. ábra

Régi példa a Alpha Jet, ahol jobb manőverezhetőség érdekében: hatásos orrsegédszárny és "allspeed flaps" nagy sebességen is alkalmazható. Mint tudjuk a vastagabb szárnyprofil - a hiedelmekkel ellentétben - kisebb súlyt eredményez jóval nagyobb aeroelasztikus merevség mellett. E változás következményeként lényegesen nagyobb Uzemanyagtartály-tér fogat alakítható ki, ami a vadászrepülőgépeknél külön ajándék. Már 1935-től alkalmazni kezdték a mozgatható orrsegéd- és fékszárny-rendszereket, mert tudták, hogy egy adott profilkonfiguráció, rögzített szárnygeometria mellett csak egyetlen repülési állapotra optimális, a többi sebesség vagy manőver esetén nem az. Ismeretes, hogy ennek a mozgatható szárnyelem-rendszernek voltak hiányosságai, bár pl. a Mirage-program még ma is főként ezt a módszert alkalmazza.

A szárny legkedvezőbb aerodinamikai viszonyainak előállítására hatásosabb (de nem leghatásosabb) módszer: a változtatható szárnynyílazás (VSNZY). Az ötlet 1943-ban született, de 20 év kellett mire az F-111-en gyakorlatban is megvalósult és nagy sikerrel, ami abból áll, hogy  $\sigma = 16^{\circ}-72,5^{\circ}$  nyílazási tartományban,  $M > 2$ -ig illeszkedik a szárny geometria a különféle repülési esetekhez.

A VSNZY néhány eredménye:

- a szubszonikus "lézengés", amit jó eredménnyel a del-taszárny repülési programjában nem lehet elképzelni;
- jobb fel- és leszállási paraméterek;
- viszonylag kis sebesség ellenére nagy hasznos terhelhetőség;
- fel- és leszállás nem betonozott pályáról rövid távolságon;



- nagy sebesség tartományban érhető el  $K_{max}$ -hoz közeli érték;

- az  $\alpha_{kr}$  környékén lapos  $c_y$ -a görbe lehetővé teszi a földközeli lökéses zónán történő átrepülést, miközben jól tartja a gépet a szélleőkés ellenében. (Az addig a felfogás szerint turbulens légkörön a lehető legkisebb sebességgel kellett átrepülni, ami vadászrepülőgép esetében a földi légvédelem zónájában kifejezetten kedvezőtlen).

A nagysebességű földközeli manőverezésnek a kétségtelen szükségessége mellett - meg vannak a hátrányai is:

- a bevetési tartomány erősen csökken a földközeli nagyobb üzemanyag-fogyasztás következtében;

- a levegősűrűség ( $\rho_0$ ) növekedése miatt növekednek a terhelések, a teherviselő szerkezetben ébredőfeszültségek, ami az élettartam csökkentéséhez vezet;

- reális veszély egyes helyeken a madárrajjal történő ütközés (farokfelület, kormányfelület, beszívószáj);

- humán faktor: a VSZNY földközeli nem a komfort maximuma. (Nem vadászrepülőek el sem tudják képzelni a szélleőkéses zóna csonttörő, szemgolyót rázó és a sárkányt mértéktelenül fárasztó hatását).

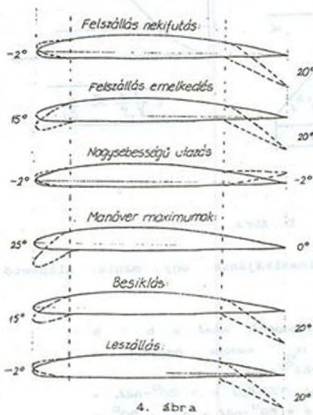
Tapasztaljuk, hogy amíg a VSZNY több tervező felfogásában, mint többlet súly és felesleges komplexitás jelentkezett, addig a volt Szovjetunió utódjainak jelenlegi fegyverzetében is igen sok, harci feladatokat ellátó géptípus ilyen kialakítású.



Azonban a VSZNY alkalmazása óta azt is tudjuk: semmi sem olyan egyszerű, ahogy előszörre látszik, vannak bőven tervezési hátrányok. Ilyen pl.:

- a mozgó szárnyon nehéz tartósan pontos helyzetben rögzíteni nagy súlyú függesztményt vagy más fegyverzetet;
- jelentős konstrukciós bonyodalmak jelentkeznek a futómű behúzásnál (MIG-23, Tornado).

Ezért a változtatható szárnygeometria (VSZG) új lépése volt: merev delta szárnyon,  $\alpha = \text{átl. nyílzási szög melletti profilgeometria változtatás, ami}$



4. ábra

- főleg az F-16, F/A-18-nál (vázlatos kialakítása a 4. ábrán látszik jól. Igen nagy profilváltoztatási lehetőségét építettek be;

- a szárny teljes hosszában fel- és le-hajtható belépőél mozgatóval;

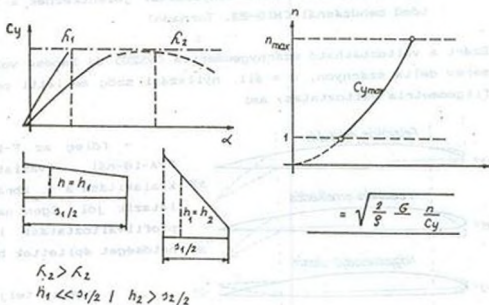
- nagy terjedtségű, mindkét irányban elforduló kombinált csőrőfékszárnyakkal (flaperon-ok).

Eddig megtett lépések logikus következménye-

ként alakult ki a jövő feladata is: a "MISSION ADAPTIVE"

szárny. A szárny egyes keresztmetszetei és a szárny formája - a repülési állapotnak megfelelően - folyamatosan változtatható. Még teljes egészében ilyen szárny nincs, de az eddigi geometriai változtatásokat tovább bővítő részei már léteznek:

- a profil szerkezet elasztikus (kényszerű) görbítése;
- a "perforált kesztyű" a profil szívott oldalán stb.



5. ábra

A vadász-szárny aerodinamikájának egy másik alapvető sarokpontja: az ATESES.

Olyan szárnyharcsósdóndt, ahol a  $h > s$  lehetséges, ott  $\alpha_{kr}$  messze nagyobb a szokásos  $\alpha_{kr} = 18^\circ - 24^\circ$ -nál.

Pé.: F-14 (Tomcat, Veszély)  $\sigma = 20^\circ$ -nál,  $\alpha_{kr} \approx 18^\circ$ , míg  $\sigma = 88^\circ$ -nál  $\alpha_{kr} = 60^\circ + 20^\circ$ , feltételezve, hogy TF-30 hasábmű biztosítja a szélrózsa irányát!

Mint ismeretes az átesést - a szárny  $c_y = f(\alpha)$  függvényének az adott repülési állapotban való teljes ismerete mellett - néhány egyéb alapvető hatás is befolyásolja:

- a bekövetkezés pillanatában a repülési magasság;
- a  $c_y = f(z)$  befolyásolhatósága (ez általában jó);
- az a sebesség zóna, amelyben az átesést megközelítik (típusos átesési hatás adódik szubszonikusba csökkenve a sebességet);
- az  $m = f(c_y)$  függvény  $c_{y,kr}$  környékén;
- $n = f(v^2)$  függvény;
- a Canard örvényképző hatása.

### 2.3. Kormányfelületek fejlesztése

Az eddigiekben inkább a szárnyat egészében érintő aerodinamikai fejlesztésekről volt szó. Azonban igen nagy lépéseket tettek a vadászgép kormányfelületei aerodinamikai fejlesztése területén is. Tudjuk, hogy jelenleg a hossz tengely körüli mozgás esetében, konvencionális csőrőket vagy kis sebességeknél (VSZNY) vagy - sokkal kisebb felülettel - nagy sebességeknél alkalmaznak.

Az átalakulás abban az irányban erősödött, hogy legyen alkalmas a szárny spoiler vezérlésre és ne legyen egyáltalán csőrője. Canard + fő - szárnyak esetében feltétlenül ezt alkalmazzák. A jelenlegi változatokat talán jól példázza, hogy:

pl.: "Jaguar"-nál -spoiler az elsődleges orsózó felület a magassági TAILERON-ok csak kis sebességnél segítenek be az

országában. A "Tornádó"-nál viszont az elsődleges kormányfelületek a taileronek, spoilernek csak  $\sigma \sim \sigma_{\min}$  környékén nyitnak.

A kereszt tengely körüli mozgásban, a hosszstabilitásban a vadászgép alapvető adottsága, hogy leginkább a törzs hossza korlátozza az  $m_{z,M}$  nyomatókéi tényező értékét, vagy egyszerűen hiányzik a vízszintes vezérsík felülete e mozgás befolyásolására.

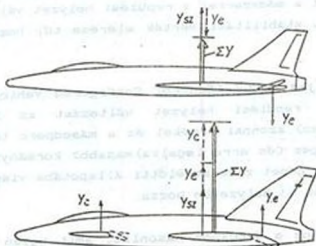


kis  $r_M$ -nél  $\longrightarrow m_{z,M}$  jó értékhez  $\longrightarrow$  nagy  $c_{yM}$  (nagy  $c_x$ )  
 nagy  $A_M$  (nagy  $c_x$ )

5. ábra

Ez utóbbi esetet reprezentálja a Mirage néhány korábbi sorozata, az újabb fejlesztésekből a MIRAGE-2000 és az izraeli KFIR. Ezeknél csak az elevonok (szárny kilépő élén elhelyezett csűrő és magassági kormány funkciójú, kiteríthető felületek) segítenek pl. a fel- és leszállásban. Mivel a kormányzóerő (a súlyponton átmenő kereszt tengely körül) rövid karon és kis hatásossággal működik, így a felszálló súlytól függően igen nagy lefelé mutató erőre van szükség, ami néhány tonnát is elérhet (7/a. ábra). Sajnos éppen akkor, amikor minden Newton felhajtóerő számít, hiszen a felszállás határozza meg a hasznos terhelés legnagyobb értékét is.

A Mirage - 2000 e problémát a be- és kilépődélen a profil változtatással csökkenti. Ezt a kérdést a VIGGEN oldotta meg alapvetően és



7. ábra

kedvezően 20 évvel ezelőtt egy jó törzspozícióba helyezett Canard (kacsa elrendezés) alkalmazásával. Ennek kilépődélen magassági kormányként tekinthető felület tér ki, így felszálláskor a felhajtóerő a  $Y_{szárny} + Y_{elevon} + Y_{Canard}$  felfelé ható összetevők eredője (7/b. ábra). Ez az említett rendszerek alapvető különbsége.

#### 2.4. A gép stabilitásában bekövetkezett fejlődés

Az 50-es években a szuperszónikus vadászpilóta nélküli repülőgépek hosszú, nehéz törzssel és viszonylag kis szárnyalattal rendelkeztek. Ezért az x-y tengelyek körüli orsó és keresztirányú elfordulások kapcsolódása először számos katasztrófához, majd nagyobb farokfelületekhez, törzs hátsó rész alatti, melletti viszonyokhoz és vágott, egyenes (nem csúcspanél végződő) szárnyvégekhez vezetett.

Tudjuk, hogy ma is van néhány típus, ahol a  $\sigma_{max}$ -nál olyan nagy függőleges vezérsík-felület kell, hogy rejtett stabilizáló felületek bújnak elő. A vadászpilóta nélküli repülőgépek fejlesztésében a stabilizáló és mozgatható kormányfelületek növelése nem előnyös gépfejlesztési irányzat. A jelenlegi időszakban a

tervezéseknél a "természetes stabilitás" szerepe látványosan visszaszorult. Nem a stabilitás szükségessége szűnt meg (sajnos), hanem ezzel a módszerrel a repülési helyzet változása esetén a kívánt stabilitási mérték elérése től hosszú időt igényel.

Mint tudjuk terjed a CCV (Control Configured Vehicle) technológia: minden repülési helyzet változást az FCS (Flight Control System) azonnal érzékel és a másodperc tört része alatt a szükséges (és erre legalkalmasabb) kormányfelület kitérítésével a gépet zavarás előtti állapotába vissza vezérli, vagy a kívánt új helyzetbe hozza.

Az ilyen gép ahhoz a dárdához hasonlít, amit ugyan jó irányba nagy sebességgel elhajítottak, de aztán repülés közben egy nagyon gyors kormányrendszerrel mégis irányítanak.

A technológia alapkövetelménye, hogy elég rövid reakció és rendszeridők legyenek. A jelenlegi adatok: a CCV száz vezérlő parancsot képes adni másodpercenként - ezek lehetnek mind jelentéktelen kormány kitérések is - és így a gépet vezérvonalban és egyensúlyi helyzetben tartják. Ehhez azonban ezek - a külsőre egyáltalán nem szokatlan gépek (A 320, F-16, Mirage 2000) - igényelnek:

- Fly by wire vezérlő rendszert (már nem is "wire"!);
- megfelelő helyi teljesítményt a kormánynál a kitérés azonnali létrehozásához (pl.  $50^{\circ}$ /sec. szögsebességgel);
- nagyon megbízható - és helyettesíthető - mozgató berendezést;



- olyan fedélzeti adatátviteli rendszert, amellyel nagyon sok információt igen rövid idő alatt továbbítható.

Jellemző e tekintetben pl. a kettős hidraulikus mozgatás a magassági kormánynál, illetve sensorrendszerek duplikálása.

A CCV a vadászok számára minden repülési fázisban finomabb, könnyebb, hatásosabb gépirányítást tud adni, vagyis: nemcsak manőverekben segít.

A CCV megjelenésével megjelentek az átalakító - vállalkozások is azzal a természetes igénnyel, hogy a régebbi géptípusok, módosítva nyerjenek jobb harcászati teljesítményeket. Ezek a tervek nem hoztak a reményekkel arányos eredményeket. Példaként az MBB F-104-es átalakítását emlegetik, illetve néhány izraeli korszerűsítést. A kis sikerek (vagy sikertelenségek) oka: a CCV és az eredeti gép által megkívánt kormány és vezérsík felületek adatkülönbségeiben van (terület, forma, irány, nyílazás, terjedtség, de főként a kormány tömege).

### 3. A tervezés fejlődése

A vadászgép tervezési munkája a mindenkor alkotó tevékenységben "csúcstechnológiának" számít, mivel nemcsak műszaki tervezésről van szó, hanem a szó szoros értelmében a legkomplexebb tevékenységről. A "MŰ"-re (vadászgép) 20 év múltával is befolyása van a tervező gárdának. Ezért gépfejlesztési kérdések összefoglaló áttekintésénél a "Tervezési munka" fejlődése nem hagyható ki.

Elsőként érdemes néhány szóban összefoglalni a tervezési folyamat idejét. A II. világháborúban egy 50 fős team 5 £/hét bérrel egy vadásztervet 2 hónap alatt készített el. Ma 1000 mérnök (kb. 20 szakterületen) kb. 200 £/hét bérrel, a

grafikus terminálok tömegével egy vadásztervet kb. 6 év alatt indít gyártásba.

Ha elindul! De ehhez ma már szinte rituálisan hozzá tartozik az érintett kormányok hosszadalmas gazdasági vitája egy megelőző 10 évig (lásd pl. Panavia vagy EFA program).

A folyamat elhúzóddása sok hátrányt hoz:

- a tervező nem tudja, milyen lesz kb.  $X > 6$  év múlva a legkorszerűbb hajtómű az ő gépébe;
- milyen kormányrendszerek, aviónika, szerkezeti anyagok, stb.

kerülnek elő a kutatók műhelyeiből  $X$  év alatt. Mindezek ellenére a fejlesztés (és gépigény) feltétele, hogy a tervezés időben meginduljon.

Egy másik kérdés a tervezés megindulása pillanatában: a gép tervezett sebességei. A döntő természetesen az alkalmas sebességzóna és nem a sebesség-maximum. Pl.: A forduló sugár a  $v^2$ -vel nő; a gyorsulásból származó terhelések nem  $v$ -vel, hanem  $v^2$ -vel nőnek, stb. (Ha egy forduló sebessége  $v_f = 225$  m/s, akkor  $R = 1720$  m sugarú fordulóban a centripetális gyorsulás  $\sim 3$  g. Ha ez a sebesség  $M = 3,5$  lenne, akkor ez a gyorsulás  $\sim 28$  g !!)

Ha egy típusnál a sebesség-zóna is magasan van, akkor ezt a típust nehéz a légiflottán vagy a légierő egy egységén belül párosítani egy kisebb, könnyebb, olcsóbb stb. géptípus üzemeltetésével.

A szubszonikus tartomány egyre gyakoribb a légi harcokban; a  $v = 140-230$  m/s zóna a jobb fordulóviszonyok miatt



meghatározó lett. Kialakult, hogy  $M_{\max} \leq 2,5$  ideális, de jó forduló képességnél már  $M_{\max} - 1,8$  is megfelelő.

Mi vezeti ma a tervezőt a "Tervezett élettartam" kérdésében? A vadászrepülés gyakorlatából az látszik, hogy:

- a II. világháborúban ez néhány hét;
- a Koreai háborúban 4 év volt;
- míg ma ez az idő  $\geq 20$  év.

(Pl.: az U.S. néhány bázisán van 1974-es F-15 is).

A polgári gépek élettartama tekintetében egy szokásos 30000 repült óra jelent esetenként 30 évet is, aminek a végén még maradó értékkel "árbecslik" a gépet. Az ok nem csak a felhasználási mód megváltozása. Elsősorban: a gépek egyszerűen drágák lettek. A PANAVIA program indulásakor egy Tornádó árát  $5 \cdot 10^6$  \$ állítottak be. Ezért ma lassan csak egy könnyű repülőgépet lehet kapni a General Aviation területén.

Az új géparak átlaga a vadászoknál  $1600 + 2000$  \$/kg Üres tömeg; amihez járul még a felszerelések igény és mennyiség (db, kg) szerinti költségnövekedése. Vagyis a tervezési fázis gazdasági megfontolásaiból kisebb légi erő esetében elkerülhetetlennek látszik: kis létszámú gépegységek kevés számú típusból való beállítás - legalább 20 évig az adott típus változataiból üzemeltetve.

A tervezés menetét a Légialkalmassági Előírások vezérlik (FAR-MIL, BMAR, stb), amik az "Operational Requirement" részei. A sárkány és rendszerei nagymérvű fejlődés következtében kb. 6 év alatt elavulnak és felújulnak. Mire a gép elkészül a világban az üzemeltetési követelmények újabbak, mint a tervezés kezdetén voltak (jelenlegi gépeink ilyen előírásait évtizedek óta nem láttuk, avulásukról konkrét ismereteink nem lehettek). Ezek aktuális hivatkozásait bizony

minden vitás kérdésben (garancia, javítási ciklus, stb.) naprakészen célszerű ismerni.

#### 4. Vadászgépek szerkezeti fejlődése

A vadászgép sárkányszerkezetéhez közel 100 %-ban durvult használnak, kis kivételekkel (pl. a MIG-25 -ben kiemelkedően sok az acél, az SR-71-ben pedig a titán). Az utóbbi három évtizedben, a repülőgép-építésben bekövetkezett szerkezeti anyag forradalomról érdemes lenne egy magyar nyelvű összefoglalást készíteni. E helyen most csak megállapítjuk, hogy 1960-tól nagyütemben növekszik a fémek területén a polikristály öntvények és a LITAL-öntvények, illetve egyéb anyagoknál és a fémek helyett a szálak szerkezeti anyagok felhasználása.

A szerkezeti anyag fejlődésének a vadászgép szerkezeti kialakítására most csak egyetlen példát vegyünk, ez legyen az előrenyilazott szárny fejlődése. A szálak anyagok elterjedésének indoka a vadászgépen - a polgári repülés gépeitől eltérően - nem elsősorban a kisebb szerkezeti súly és a kiváló korróziós tulajdonságok voltak.

A vadász szerkezeti méretek szűkössége miatt a szálak szerkezet építés egy másik előnye lett a főszereplő: a szálirányok választásával elérhető irányított merevség kiépítése a szerkezeten belül (Pl. akár a lemez is lehet végtelen merev az egyik - a szál - irányban és végtelenül lágy arra merőlegesen). Ezt a tulajdonságot - éppen a vadászgép szempontjából - jól lehet hasznosítani kritikus aeroelasztikus jelenségek kivédésénél. Ezek közül vegyük rövid példaként az aeroelasztikus divergenciát. Tudjuk, hogy az előrenyilazott szárny építésének igen sok előnye van:

- a legtöbb repülési M számnál kisebb ellenállást ad mint a hátranyilazott;

- ezzel kisebb a tolderő és kevesebb az Üzemanyag-felhasználás;

- a következmény egy kisebb hajtóműsúly és a kevesebb Üzemanyag miatt lehetséges kisebb szárny ...

Vagyis a "hólabda effektus" kedvező köre alakul, mert a további előnyök:

- minden sebességen nagyobb manőverező képesség;

- kis sebességeknél jobb vezethetőség;

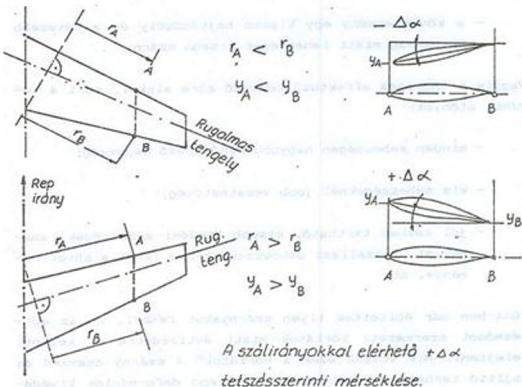
- jól kézben tartható, kisebb átésési sebességek, aminek pl. leszállási úthosszcscsökkentés lehet a következménye, stb.

1944-ben már építettek ilyen szárnyakat fémből, de az építésmódot szerkezeti korlátok miatt évtizedekre el kellett felejteni. Mik voltak ezek a korlátok? A szárny csavaró és hajlító terhelése következtében fellépő deformációk kivédéséhez szükséges szerkezeti merevség hiánya.

A 8. ábrán látható a nyilazási szög és az állásszög közvetlen összefüggése, aminek szoros következményei az említett szárnyterhelések. A szálal anyagok felhasználásával a megvalósítás hátrányai kiküszöbölhetők, hiszen - a grafit-szálak megfelelő irányba építésével - megvalósítható, hogy tipikus esetekben (szuperszónikus tartományban, illetve szőkfordulóokban) a divergencia határához tartozó terhelések lehetnek magasabbak is, és így a divergencia sebesség nagyobb lehet (amit persze a gép nem közelít meg).

Napjainkban közismert ilyen szárny kialakítása a Grumman X-29-A gépnek van (első repülése 1984 februárjában

volt). A gép az előrenyilazott szárny mellett igen jó manőverezési képességét azzal is fokozza, hogy a teljes kilépőél



8. ábra

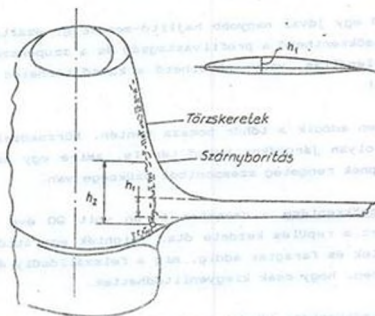
hosszban alkalmazott ráségitőkkel a profil nagymértékben ívelhető és elsődleges kormányfelületként használja Canard szárnyát is.

A szálasanyag alkalmazás előretörése a vadász űzemeltetésben lényeges változásokat ott okoz, ahol a típus szerkezetében már fő szerkezeti elemek készültek szálasanyagokból (pl.: a Harrier szárny-tartórész). Ilyen gépek karbantartási és javítási technológiáját a szokásostól eltérően kell tervezni, végrehajtani és (ami nagyobb beruházást jelenthet) ellenőrző berendezésekkel felszerelni.

A vadászgép szerkezeti fejlesztés egy másik tipikus irányzata: a BLENDED - ROOT - átmeneti szárnyrész kialakítás. Napjainkban az aerodinamika egy másik, az előrenyíláshoz hasonló szerkezeti előnye látható néhány géptípuson: a szárny-törzs, vezérsík-törzs, hajtómű-törzs, rakéta-szárny átmenetek kihangsúlyozása.

Régen ismert, hogy bizonyos tartományokban az interferencia ellenállás csökkenthető. Erre szolgál a jól ismert területszabály: az áramlásra merőleges keresztmetszeti felületek lehetséges állandósága (pl. a szárny-törzs átmenetben). Az e területen folytatott kísérletek hoztak újabb eredményeket is.

Kiderült: ha ez a görbült illesztő felület a belépőnél előtt kezdődik és a kilépőnél után is túlnyúlik a törzs mentén; akkor ezek a felületek - főleg a nagysebességű repülés ellenállásaiban - lényeges csökkentést jelentenek.



9. ábra

Ezen az úton már sok tervező haladt. Tulajdonképpen a SAAB gyár már a DRAKEN-nél létrehozott a szárny és a törzs között egy nagyhosszúságú belső szárnyat; a McDonnell igénybevette ezt a hatást az F-15 szárnyfelsőrész

átmeneténél (pl. a hajtómű-gondolák kialakítása tipikusan ezt szolgálja); de tudjuk milyen jellemző e tekintetben a General Dynamic F-16 szárny, illetve kisebb mértékben a Mirage 2000 szárny átmenete. A határ ebben az alkalmazásban természetesen az a mérték, ahol ezzel az interferencia ellenállás csökkentéssel szemben az alkalmazott felületek miatt a szuperszónikus ellenállás növekedni kezdene.

Azonban nagyobb az átmenetnek a jelentősége szerkezeti szempontból. Ismeretes, hogy a szárny szuperszónikus profil kis vastagsága jelenti a gép szerkezetében a legkritikusabb korlátot (0. ábra). Vékony szárny - kis hajlítómerevség - közeli  $v_D, v_F$ : ezek a szuperszónikus vadász elsődleges szerkezeti adottságai.

Ezen tud segíteni az említett aerodinamikai adottság:

- alkalmazható nagyobb gerinc-magasság ott ahol a törnyomatékok a legnagyobbak;
- elérhető egy jóval nagyobb hajlítómerevség, ezáltal tovább csökkenthető a profilvastagság és a szuperszónikus ellenállás, vagy: növelhető a külső terhelés a szárnyon!
- mellékesen adódik a törhúr hossza mentén, törzsközelben egy olyan járulékos belső tér is, amire egy mai vadászgépnél rengeteg szempontból szüksége van.

A gépsúly csökkentése - december 17-én volt 90 éve - egyfolytában tart a repülés kezdete óta. Wrighték egy autómotort köszörültek és faragtak addig, míg a felszállósúly és teljesítmény éppen, hogy csak kiegyenlítődhettek.

A mai súlycsökkentési küzdelemnek vannak ilyen a szerkezettel közvetlenül - a szerkezeti anyagsúlyon át - érin-



tett területei, de vannak közvetett törekvései is. Közvetlen súlycsökkentő hatás a már említett szálasanyag szerkezetek alkalmazásán túlmenően pl. új szerkezeti anyag a LITAL alkalmazása nagy jövővel a dural helyett. Tipikusan mai közvetett hatás pl. a Fly by wire alkalmazása néhány területen.

#### 5. Propulzió fejlesztés területei

A hajtómű belső termodinamikai és szerkezeti fejlesztése témával más, kitűnő szakcikk foglalkoznak. Amit említeni szeretnék az a mai vadászrepülőgépek igényei a propulzióval - tehát nemcsak a hajtóművel - kapcsolatban.

Elsődleges a manőverek tolóerő igénye. Repülési oldalról azt látjuk, hogy mind a forduló sebességek, mind a be-döntési szögek, mind a kismagasságú fordulók egyre nagyobb tolóerőt igényelnek. Ezek a repülési állapotok más - dinami- kai - paramétereket jelentenek a hajtóműre nézve, mint a klasszikus földi, statikus tolóerő maximum.

Az igény a hajtóművek által képviselt belső gyorsulási képességekkel, vagyis: a gép által igényelt tolóerő "válasz- idejével" kapcsolatos. Fly by wire gépvezérlés mellett nem lehet várni másodperceket a szükséges tolóerő megjelenésére. Ezt úgy oldják meg, hogy a gépek kétszeres tolóerővel rendelkeznek a manőverekhez, ami viszont üzemanyag túlfogyasz- tással jár.

Egy másik mai propulziós követelmény: a gép STOL tu- lajdonosságainak elősegítése propulzióval. A követelményt a repülőtér betonhoz kötöttségének feloldása hozta, amióta tudjuk, hogy bizonyos rakétacsapások komplett (egységeket), erőket semmisíthetnek meg.

A STOL képesség hagyományos aerodinamikai módszerei (határreteg-szabályozás, járulékos emelőerő (Harrier) mel-

lett a jelen évek lényeges fejlesztési irányai: az eredő propulziós erő irányának kitérítése a függőleges vagy vízszintes síkból.

Elterjedt elnevezése a VEKTORIZÁCIÓ. Egy kicsit a körkeresztmetszetű gázsugár négyszögösítésével kapcsolatos fejlesztési munka.

A kérdés alapjai kb. 20 évvel ezelőtti széleskörű gázdinamikai kísérletekre nyúlnak vissza, amikor is - a sugárfék fejlesztése során - a gázáram elfordításának feladatánál az eltérítő rácsok, illetve az eltérítő (gömb) felületek kínálkoztak gyakorlati megoldásként. Amiből akkor a sugárfék született, abból ma a STOL vadászgép akar megszületni, illetve inkább már elterjedni.

Azonban a vektorizáció nem csak STOL tulajdonságokat befolyásolhat, hanem -pl. oldalerőkkel- olyan manővereket tesz lehetővé, amik nélküle csak hosszabb idő alatt lehetségesek. Sajnos ezekre a hatásokra is vonatkozik a már említett időtényező: a repülés követelményei szerint 6-8° irányeltérítést a sugárban 0,4-0,5 sec. alatt kell létrehozni.



Rádli Tibor ezredes, főiskolai docens  
a BJKMF parancsnok kiképzési helyettese

### KREDITRENDSZER A FELSOÓKTATÁSBAN

CA "BÖLYAI HIREK" 1993. II/0. számban megjelent tanulmány)

*Az elmúlt időszakban több tanácskozás, konferencia került megírásra a fenti témában. A Magyar Felsőoktatás Fejlesztése 2000-ig koncepció is úgy fogalmaz, hogy a fejlett országok gyakorlatához igazodva az egyetemek oktató-kutató, a főiskolák oktató-fejlesztő intézményekké válnak a jövőben. Az oktatás flexibilitása nő és ezen célok megvalósítására az oktatásban a kredit rendszerrel fémjelzett új oktatási rend fog éterjedni.*

Az 1993 évi LXXX. törvény a felsőoktatásról 90. paragrafus 3. pontja feljogosítja az intézményeket az öt, illetve a három fokozatú értékelés mellett a halmozott pontozás, tanegység, kredit rendszer alkalmazására is. Alapvető követelményként határozza meg, hogy az eltérő értékelési rendszerek mellett is biztosítani kell az öt és három fokozatú ellenőrzési, értékelési rendszerrel való összehasonlíthatóságot.

Felhasználva a már gyakorlatban alkalmazott eljárások tapasztalatait, összevetve azok sokszínűségét néhány elvi kérdés tisztázása után válaszolom a konkrét kredit számolási módszereket. Elsősorban a Budapesti Műszaki Egyetem, a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Szegedi főiskolai kar és a Budapesti Politechnikumi Szövetség ezirányú eredményeire és jövőbeni elgondolásaira támaszkodom.

#### I. A kreditrendszer sajátosságai

A kredit rendszer gyors terjedését a felsőoktatásban a képzés rugalmasságának igénye indította el. A fejlett országok gazdaságában, illetve a tudományos kutatás területén a merev határokkal kijelölhető szakmai tudás mellett egyre nagyobb kereslet mutatkozik az olyan szaktudás iránt, amely különböző szakterületek sajátos kombinációjaként ötvöződik egyéni szaktudással.

A társadalmi-gazdasági igényt felsőoktatás-pedagógiai oldalról az is alátámasztja, hogy a képzésben részt vevő hallgatók egyéni teljesítményét kedvezően befolyásolja, ha a sajátos szakmai irányok egybeesnek a hallgatók egyéni képességeivel és egyéni érdeklődésével. A rugalmasan szervezett felsőoktatási rendszerben a hallgatók részeseivé válhatnak saját tanulmányi rendjük kialakításának. A tanegységek nagyobb választékával, illetve szélesebb választási lehetőségek kínálatával nagyobb esélyt kapnak arra, hogy tanulmányaikat menet közben érlelődő szakmai terveiknek és érdeklődésüknek megfelelően alakítsák.

Áttekintve a hazai és külföldi felsőoktatási intézmények tanterveit és kialakított gyakorlatát megállapítható, hogy a kreditrendszer nem más, mint egy továbbhaladási feltételrendszer, amely bizonyos tantervi keretek között viszonylag rugalmasan egyéni tanrend kialakítást biztosít.

A kredit pedig az adott szemeszterben a hetente ismétlődő tantárgyra fordított munka mennyisége és minősége alapján meghatározott számmérték, amely tartalmazza az előadásokkal, gyakorlatokkal, házi- és egyéni tervező feladatokkal eltöltött időt és elért eredményt.

A következőkben a teljesség igénye nélkül szeretném bemutatni azokat a mérőszámokat és jellemzőket, amelyek a kreditrendszer elvi kérdéseihez kapcsolódnak.

### 1.1 Mennyiségi kreditpont

A MENNYISÉGI KREDIT jellemzője a kreditpont, mely tantárgyanként 1,2,3,4, értékű ( jele K ) lehet. Számszerű megállapításához általános rendező elvként figyelembe kell venni a tantárgy helyét és súlyát az adott szak képzési rendszerében, ahol a tantárgyakat az alábbiak szerint osztályozhatjuk:

- törzstantárgyak, melyek felvétele és előírt sorrendben történő teljesítése a hallgató számára kötelező ( jele T )
- kötelezően választandó szakmai tantárgyak, melyekből előírt mennyiségi kerítet kell teljesíteni ( jele S )
- szabadon választható fakultatív tantárgyak (jele F)

A T és S típusú tantárgyak mennyiségi és minőségi kreditet is eredményeznek. A T és S típusú tárgyak felvételének sorrendje rendszerint feltételekhez kötött.

Az F típusú tantárgyak között lehetnek olyanok, amelyek csak mennyiségi kredittel rendelkeznek. Az ide sorolt tantárgyakból megszerezhető kredit pontok félévenkénti számát maximálják legtöbb esetben. Az így megszerzett kreditpontok nem vehetők figyelembe a súlyozott kumulatív kreditteljesítmény ( jele P ) és annak átlaga ( jele m ) meghatározásakor ( lásd később ), de félévenként megszerzett mennyiségi kreditpontoszámba beszámíthatók.

### 1.2 Minőségi kredit

A minőségi kredittel rendelkező tantárgyak értékelése ötfokozatú vagy háromfokozatú minősítéssel történhet. Ez a MINŐSÉGI KREDIT ( jele K ).

A minőségi kredit értéke:

- ötfokozatú minősítés ( osztályzás ) esetén az elégtelen osztályzatot kivéve megegyezhet az osztályzattal. Elégtelen osztályzat esetén a minőségi kredit értéke 0.

- háromfokozatú minősítés esetén a kiválóan megfelelt minősítés 4-es minőségi, a megfelelt 2-es, a nem felelt meg pedig 0-ás kreditet jelenthet.

Minőségi kredittel is rendelkező tárgyknál nulla minőségi kredit esetén a mennyiségi kredit értéke nem kerül jóváírásra. A T és S típusú tárgyak abszolválásához legalább 2-es minőségi kredit elérését szükséges követelményként meghatározni.

### 1.3 Súlyozott kumulatív teljesítmény

A mennyiségi és minőségi kredit értékekből kerül számításra és a hallgatói rangsor felállítására szolgál. A kiszámításra alkalmazott módszer a következő lehet:

$$P = \sum_{i=1}^{i=a} K_{Mi} \times K_{qj}$$

ahol  $K_{Mi}$  az adott tárgy mennyiségi kreditje  
 $K_{qj}$  az adott tárgy minőségi kreditje

### 1.4 Súlyozott kumulatív teljesítmény átlaga

Ez a mutató a hallgatói minősítésre szolgál. Ez az alapja az ösztöndíj elosztásának, a kollégiumba történő felvételnek ( félévenként számítva ) és a diploma megszerzésének ( az egész tanulmányi időszakra vonatkoztatva ).

A kiszámítás módja:

$$m = \frac{P}{\sum_{i=1}^{i=a} K_{Mi}}$$

Félévenként kerül meghatározásra a különböző minősítésekhez tartozó m súvérték. Kikötésre kerülhet, hogy nem kaphat diplomát az, akinek a fenti mutató alapján kiszámított minősítése 2.50 érték alatt van.

## 2. Egységes teljesítmény-minősítő rendszer

A vizsgaköteles tantárgyaknál a minőségi kredit számítása a következőképpen történhet: 50 %-os a félévközi munka, 50 %-a vizsgán nyújtott teljesítmény = 100 %. Az összteljesítmény 0-50 %-os teljesítése esetén, 0 minőségi kredit megállapításával kell számolni.

Nem vizsgaköteles tárgyak esetén értelemszerűen alkalmazható a fenti szabály.

Általános rendező elvként lehet elfogadni, hogy

- 0 - 50 % elégtelen
- 51 - 60 % elégséges
- 61 - 70 % közepes
- 71 - 80 % jó
- 81 - 100 % jeles az értékelés.

A kredit rendszer pontértékeinek meghatározásában az európai szervezetek ( ECTS: European Community Courses Credit Transfer System, TEXT: Trans European Exchange and Transfer ) számértékeit célszerű mértékadónak tekinteni, mivel a kreditrendszer egyik jelentős közvetett célja a hallgatók nagyobb mobilitásának, esetleg külföldi résztanulmányai elősegítésének biztosítása.

Összefoglaló jelleggel megállapítható, hogy a kredit-rendszer a hallgatói munka mennyiségi és minőségi értékelésére szolgál. A kredit-pont a tantervben szereplő kötelező, kötelezően választható, és a szabadon választható tárgyakra fordítandó együttes munkamennyiség relatív mérőszáma. A kredit rendszerű képzés szóhasználatában a szemeszter és a félév fogalmi szempontból elkülönül egymástól. A szemeszter a diploma megszerzéséhez szükséges tanulmányi munka előírt része ( pl. okleveles mérnök estén 1/10-ed része lehet ), melynek mértékegysége a munka. A félév kifejezés szorgalmi időszakot ( pl. 15 hét ), és vizsgaidőszakot ( pl. 6 hét )takarhat, amelynek mértékegysége idő.

Ezen belül a mennyiségi pontrendszer egy-egy tananyagegység teljesítését előre meghatározott pontértékben fejezi ki. Egy tanulmányi félév teljesítésének pontérték, illetve tantárgyi összetétel kritériuma van, így a kredit rendszer alkalmazásával a hagyományos félév, illetve évisméltés értelmét veszti. A hallgatónak a tantárgyi kritériumokat kell teljesítenie, de ennek időbeli kötöttsége fellazul. Az is elképzelhető, hogy egyes hallgatók a 3-4 év helyett 5-6 év alatt fejezik be tanulmányaikat, miközben nappali tagozatról esti vagy levelező tagozatra, illetve visszafelé váltanak, átmenetileg dolgoznak stb.

A tananyagegységek kredit értékeinek kiszámításánál a tanulmányi félévenként teljesítendő kredit pontszámból kell kiindulni.

Egy félév pontértéke összesen 30 pontban az európai pontrendszernek megfelelően határozható meg.

Minőségi pontrendszerrel a már előzőleg vázolt számítás alapján a súlyozott szemeszterátlag a hallgatók tanulmányi munkájának minősége a következő képlet alapján is számítható:

$$\frac{\sum (\text{érdemjegy} - 1) \times \text{kreditpont}}{\sum \text{kreditpont}}$$

Az ( érdemjegy - 1 ) tényező bevezetésére azért van szükség, hogy az elégtelen minősítés ne eredményezzen pontértéket. Ennek alkalmazásával az európai kreditrendszerhez való alkalmazkodás is megvalósulhat.

A rendszer bevezetésének lehetőségét a Budapesti Politechnikumi Szövetség is folyamatosan vizsgálja. Ebben a Bolyai János Katonai Műszaki Főiskola és ez évtől a Kossuth Lajos Katonai Főiskola is részt vesz. A kreditrendszer alkalmazásának lehetőségét e két főiskola sajátosságaiból adódóan nehéz megítélni, de mindenképpen indokolt az e kérdésben végzett munka figyelemmel kísérése.

Ennek keretében a felvetődött néhány gyakorlati problémára szeretném felhívni a figyelmet, melyek a következőkben foglalhatók össze.

A tanzabadság megvalósítását a főiskolák között fokozatosan célszerű megkezdeni és kiterjeszteni, először például a hallgatói létszám vagy az óraszám megegyezésével kialakított százalékkal korlátozva. A kreditpont értékek kölcsönös elfogadásában a bizalmi elv érvényesítését társvizsgáztatók meghívásának üsztöndzése jelentősen elősegítheti.

A képzettség szakjellegét tekintve ( pl. gépészmérnöki, villamosmérnöki ) a képzés szakjellegét adó tantárgyak szempontjából a képzéshez szükséges kritériumokat meg kell határozni. Rögzíteni szükséges induláskor, hogy mely tantárgyak követelményének teljesítése elengedhetetlen az adott szakirányú oklevél megszerzéséhez, illetve a szakmai tantárgyak milyen köre helyettesíthető más szakjellegű tantárgyakkal az egyéni tanrend kialakítása során. A főiskolák új tantervei ehhez megfelelő alapot adnak mivel a helyettesítő tantárgyakat választható tantárgyakként körvonalazzák.

A főiskolák átjárhatóságát mozdítaná elő a tanulmányi félév új felfogásban történő értelmezése. Eszerint csupán a hallgató kreditpontszámától függene, hogy hány félévet teljesített és az áthallgatásnak, esetleg átvételnek nem lenne feltétele egyszor félév valamennyi követelményének teljesítése. Bizonyos



tantárgyak elsajátítására vonatkozó előírások teljesítése ( amennyiben azt nem korlátozza kötelező tantárgy-megelőzési felvétel ) későbbi időpontban is lehetővé válna.

A tanulmányi félévek új értelmezéséhez ( a már megszerzett kreditpontok felesleges újrateljesítésének elkerülése érdekében ) a Politechnikumon belül egységes tanulmányi és vizsgaszabályzat elkészítése válik indokoltá.

Felvetődik a nagyobb hallgatói mobilitás összefüggése a normatív finanszírozással mely úgy egyeztethető össze, hogy az egyes hallgatóra jutó pénzügyi támogatás tanegységekre való tovább bontásával a főiskolák keresztelszámolást alkalmaznának. A tanulmányi félévek kötöttségeinek fellazulása szükségessé teszi az ösztöndíjrendszer módosítását is.

A tágabb lehetőségek csak úgy válhatnak valamennyi hallgató körében ismertté, ha a választható tantárgyak körét és az áthallgatás, illetve átlépés feltételeit a Politechnikum félévenként vagy évenként közös kiadványban (prospektusban) közreadja.

Gondolatébresztőként a címben jelzett témával kapcsolatban ennyit kívántam közreadni. Úgy gondolom, hogy oktatóink és hallgatóink körében egyaránt érdeklődésre tarthat számot a kreditrendszerben rejlő lehetőségek kihasználása a főiskolai tisztképzés érdekében. Nem tartom elképzelhetetlennek a rendszer bevezetését a tisztképzésben, azonban ennek vizsgálata, a feltételek mindenoldalú elemzése komoly kutatómunkát igényel az érintettek bevonásával.

## RENDSZEREK ÉS FOLYAMATOK GRÁFELMÉLETI VIZSGÁLATA

Rendszerek vagy diszkrét állapotterű folyamatok vizsgálatának egyik fontos lépése az elemek, illetve állapotok közötti kapcsolatok gráfban történő ábrázolása. Az így nyert gráf csúcsmátrixa alapján az összetett belső kapcsolatok mátrix-algebrai módszerekkel tárhatók fel. A tanulmány egy módszert mutat be, mellyel meghatározható egy gráf elérhetőségi mátrixa a szomszédossági mátrix ismeretében.

### 1. Bevezetés

A rendszer alatt valamilyen, egymással kölcsönhatásban lévő elemek halmazát értjük. A rendszerek vizsgálata lényegében a rendszer elemei között fennálló kapcsolatok feltárása, mivel az egész rendszer viselkedése az elemek működésének és egymáshozhatásának összessége. A rendszervizsgálat egyik fontos állomása az elemek közötti - sok esetben bonyolult kölcsönhatásokat is jelenthető - kapcsolatok tényének feltárása és gráfban történő ábrázolása.

A diszkrét állapotterű - vagy valamilyen módon így approximált - folyamatok ábrázolása a lehetséges állapotok és az állapotváltozások alkotta gráfok segítségével történhet. Ilyen például a [3] irodalomban található Üzemeltetési tpusgráf is.

A fenti két feladat megoldása - természetesen - a gráfelmélet felhasználásával történhet.

### 2. A gráf és a gráfelmélet

A matematikailag  $G(P, E, f)$ -vel jelölt gráfon olyan alakzatot értünk, amely a  $P$  pontokból és bizonyos pontokat összekötő  $E$  vonaldarabokból áll. A pontokat a gráf szögpontjainak vagy csúcseinak, a vonaldarabokat a gráf élleinek ne-

vezzük. A fenti jelölésben szereplő  $f$  azt a leképezést jelenti, amely a szögponatok és az élek közötti kapcsolatot adja meg.

Irányított gráfról akkor beszélünk, ha az élek végpontjainak sorrendjére is tekintettel vagyunk, s ezt  $\vec{f} (P, E, f)$  -vel jelöljük.

A gráfelmélet a matematikának az az ága, mely a gráfoknak az általános, a szögponatok és az élek konkrét helyétől független, tulajdonságait vizsgálja. Történetét Leonard Euler 1736-ban megjelent dolgozatától számítják, amelyben a Königsbergi hídak problémája néven ismert feladattal foglalkozott. A kérdés az volt, hogy milyen úton lehet a Königsberg város Pregel folyójának (1. ábra) mind a hét hídján átmenni, de úgy, hogy vissza kell térni a kiindulási helyre és minden hídon csak egyszer szabad áthaladni? Euler igazolta dolgozatában, hogy a feladat megoldhatatlan.



1. ábra

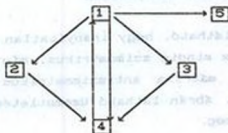
Sokáig úgy látszott, hogy az ilyenfajta feladatok nem különösebben jelentősek. A XIX. század végén azonban a gráfelmélet egy sor fontos gyakorlati alkalmazását ismerték fel. Azóta a matematika ezen új területén a magyar matematikusok tollából sok cikk és tanulmány jelent meg és jelenik meg napjainkban is. Az első tudományos színvonalú könyvet ebben a témában egy magyar matematikus, König Dénes (nevét több gráfelméleti tétel viseli) írta 1936-ban, címe: *Theorie der*



endlichen und unendlichen Graphen (A véges és végtelen gráfok elmélete).

### 3. Gráfok és mátrixok

Az Üzemeltetési folyamatok jellemzésére használt úgynevezett Üzemeltetési gráfok irányítottak. Ilyenkor az egymástól diszkrétan elválasztott Üzemeltetési állapotok a gráf szögpontjai lesznek, míg a közöttük fellépő lehetséges változásokat a gráf élei szemléltetik, meghatározva a változások irányát is (2. ábra).



2. ábra

Repülőgépek háborús Üzemeltetésének egyszerű típusgráfja

- 1 - bevetés; 2 - kisjavítás, illetve kisjavításra várás;
- 3 - folyó javítás, illetve folyó javításra várás;
- 4 - üzemképes; 5 - vissza nem téríthető veszteség.

A rendszerek részegységei közti kapcsolatokat is gráffal lehet szemléltetni. Ha az egymással kapcsolatos elemek egymásrahatása nem kölcsönös, akkor a gráf irányított lesz. Viszont ha a szomszédos elemek mindegyike kölcsönösen hat egymásra a kapcsolatokat irányítatlan gráf segítségével is ábrázolhatjuk.

A gráf élei közti kapcsolatokat az úgynevezett csúcs (szomszédossági, vagy adjacencia) mátrixszal lehet táblázatosan megadni. Az irányítatlan gráf  $A$ -val jelölt szomszédossági mátrixa  $i$ -edik sor  $j$ -edik elemének értéke 1, ha az

$i$ -edik és a  $j$ -edik szögpontokat közvetlenül összeköti a gráf valamely éle, illetve 0, ha nem. Matematikailag felírva:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{ha van olyan él, amelynek két} \\ & \text{végpontja } P_i \text{ és } P_j \text{ szögpontok} \\ 0, & \text{minden más esetben} \end{cases} \quad (1)$$

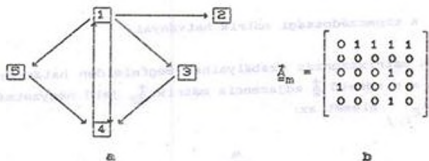
Irányított gráf esetén az  $\vec{A}$  jelű mátrix  $a_{ij}$  eleme pedig:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{ha van } P_i\text{-ből induló és } P_j\text{-ba vezető él} \\ 0, & \text{minden más esetben} \end{cases} \quad (2)$$

Könnnyen belátható, hogy irányítatlan gráf esetén az adjacencia mátrix mindig szimmetrikus, míg irányított gráfnak szomszédossági mátrixa antiszimmetrikus is lehet. A (3) egyenlőség a 2. ábrán látható Üzemeltetési típusgráf csúcsmátrixát adja meg.

$$\vec{A} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Két gráfot izomorfoknak tekintjük (ekkor a szögpontok és az élek közti viszonyok kölcsönösen leképezhetőek), ha csúcsmátrixaik soraik és megegyező oszlopaik cseréjével azonosak lehetnek. Például a 2. ábrán látható gráf szögpontjainak sorszámait (a 2. és 5. állapotokat) cseréljük fel a 3. ábra szerint. Ekkor a gráf szerkezete lényegében nem változik, a módosult  $\vec{A}_m$  csúcsmátrixot a 3. b ábra szemlélteti. Ha az új mátrix 2. és 5. sorait és oszlopait felcseréljük, az eredeti  $\vec{A}$  szomszédossági mátrixot kapjuk vissza.



3. ábra

A gráfok élei és szögpontjai közti kapcsolatot az úgynevezett élmátrixok segítségével tudjuk szemléltetni. Mivel további vizsgálatainkhoz ezek nem szükségesek, definíziáskkal most nem foglalkozunk.

#### 4. Az elérhetőségi mátrix

Az elemek közti összetett kapcsolatokat a rendszer vizsgálati gráfjának úgynevezett elérhetőségi mátrixa jellemzi.

Egy  $m$  szögpontból álló gráf elérhetőségi mátrixán azt az  $m$  sorból és oszlopból álló  $D_{m \times m}$  mátrixot értjük, ahol:

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{ha a } P_i \text{ szögpontból a } P_j \text{ szögpont} \\ & \text{valamilyen úton elérhető} \\ 0, & \text{ha nem} \end{cases} \quad (4)$$

Egy adott rendszer vagy diszkrét állapotterd folyamat gráfelméleti vizsgálatánál a fő feladat az elérhetőségi mátrix létrehozása. Ez a mátrix egy rendszer esetén például azt mutatja meg, hogy az egyik (az  $i$ -edik) elem anomáliája háttással van-e a másik ( $j$ -edik) elem működésére. Valamely folyamat vizsgálata esetén pedig megadja azt, hogy mely állapotokból lehet mely állapotokba eljutni.

A [2] irodalom alapján az elérhetőségi mátrixot a szomszédossági mátrix hatványai segítségével tudjuk felállítani.

#### 4.1. A szomszédossági mátrix hatványai

A mátrixszorzás szabályainak megfelelően határozzuk meg az  $m \times m$  méretű  $\overset{1}{A}$  adjacencia mátrix  $\overset{2}{A}$  jelű négyzetmátrixának  $a_{2_{i,j}}$  elemét az:

$$a_{2_{i,j}} = \sum_{s=1}^m a_{i,s} \cdot a_{s,j} \quad (5)$$

egyenlettel.

A korábbi definíciókat felhasználva kijelenthetjük, hogy

$$a_{i,s} \cdot a_{s,j} = 0$$

ha nem tudunk egy lépésben eljutni az  $i$ -edik szögpontról az  $s$ -edikbe (azaz ha  $a_{i,s} = 0$ ), vagy ha az  $s$ -edikből a  $j$ -edikbe (vagyis ha  $a_{s,j} = 0$ ).

Ha viszont egy-egy lépésben el tudunk jutni  $P_i$ -ből  $P_s$ -be és  $P_s$ -ből  $P_j$ -be (ha  $a_{i,s} = a_{s,j} = 1$ ):

$$a_{i,s} \cdot a_{s,j} = 1$$

Igy az (5) egyenlettel meghatározott  $a_{2_{i,j}}$  értéke - a fenti szorzatok szummázása következtében - azt adja meg, hogy a gráf  $i$ -edik szögpontjából hány különböző úton tudunk két lépéssel eljutni a  $j$ -edik szögpontba.

Fontos itt megjegyezni, hogy jelen tanulmányban az utak különbözőségén az általuk érintett szögpontok, vagy azok sorrendjének különbözőségét értjük. Az ugyanazon szögpontokat megegyező sorrendben tartalmazó, de más élekből álló utakat azonosaknak tekintjük. Ilyen eset fordulhat elő, ha a gráfon

belül két szögpontot egynél több él köt össze. Ezt az egyszerűsítő feltételt azért vezetjük be, mert végső célunk az elérhetőség vagy el nem érhetőség tényének megállapítása a tényleges utak számától függetlenül. Vizsgálatunk fő célja a gráfok szögpontjai közt meglévő kapcsolatok feltárása, ezért már a 3. fejezetben sem foglalkoztunk a gráfok élmátrixainak definiálásával.

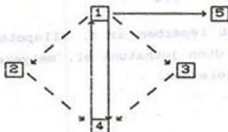
Szemléltetésre határozzuk meg a (3) egyenlőséggel megadott adjacencia mátrix négyzetét, illetve az  $\tilde{A}_2$  négyzetmátrix első sorának negyedik elemét a mátrixszorzás szabályai és a 4. ábra alapján:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

4. ábra

$$a_{2,4} = 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 = 2 \quad (6)$$

ami érték azt fejezi ki, hogy az 1. állapotából a 4. állapotba két különböző úton tudunk két lépésben eljutni (ezt jelölik az 5. ábrán a szaggatott vonalak).



5. ábra

Könnyen belátható, az  $\vec{A}$  szomszédossági mátrix  $\vec{A}_k$ -val jelölt  $k$ -adik hatványmátrixának  $a_{k,i,j}$  eleme azt mutatja meg, hogy  $k$  lépésben az  $i$ -edik szögpontból a  $j$ -edikbe hány egymástól - a fenti értelmezés szerint - független úton lehet eljutni. Ennek a kijelentésnek pontos, matematikailag egzakt bizonyítása a [2] irodalomban található meg.

#### 4.2. A hatványmátrixok összegei

##### A hatványmátrixok

$$a_{k,i,j} = \sum_{n=1}^k a_n^{i,j} \quad (7)$$

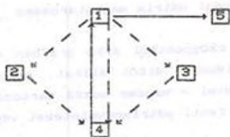
összegével kapott  $\vec{B}_k$  összegmátrix  $b_{k,i,j}$  eleme azt adja meg, hogy legfeljebb  $k$  lépésben az  $i$ -edik szögpontból a  $j$ -edikbe hány - egymástól független - úton lehet eljutni.

Példaképpen adjuk össze a korábban már meghatározott  $\vec{A}$  és az  $\vec{A}_2$  mátrixokat, ekkor egy olyan  $\vec{B}_2$  jelű mátrixot kapunk, mely  $i$ -edik sorának  $j$ -edik eleme azt adja meg, hogy legfeljebb két lépésben a  $P_i$  szögpontból hány különböző úton tudunk eljutni a  $P_j$ -be. Esetünkben

$$b_{2,1,4} = a_{2,1,4} + a_{1,1,4} = 2 + 1 = 3 \quad (8)$$

azaz maximum két lépésben az 1. állapotból a 4. állapotba három különböző úton juthatunk el, melyeket a 6. ábra szaggatott vonalai jeleznek.





6. ábra

Képezzünk a  $\mathbb{B}_{k \times k}$  mátrixokból  $\mathbb{S}_{k \times k}$  jelű mátrixokat az alábbi függvény szerint:

$$\mathbb{S}_{k \times k} = \text{sign } \mathbb{B}_{k \times k} \quad (9)$$

$$s_{k_{i,j}} = \text{sign } b_{k_{i,j}}$$

ahol:

$$\text{sign } x = \begin{cases} 1, & \text{ha } x > 0 \\ 0, & \text{ha } x = 0 \\ -1, & \text{ha } x < 0 \end{cases}$$

és nevezzük el ezeket a  $\mathbb{S}_{k \times k}$  mátrixok szignum mátrixainak.

Az így kapott szignum mátrixok  $s_{k_{i,j}}$  elemei azt adják meg, hogy legfeljebb  $k$  lépésben a gráf  $P_i$  szögpontjából el lehet-e jutni a  $j$ -edik szögpontjába - a (4) egyenlettel megadott elérhetőségi mátrixszal analóg módon-, azaz:

$$s_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{ha a } P_i \text{ szögpontból a } P_j \text{ szögpont} \\ & \text{maximum } k \text{ lépésben elérhető} \\ 0, & \text{ha nem} \end{cases} \quad (10)$$

#### 4.3. Az elérhetőségi mátrix meghatározása

Mivel egy  $m$  szögpontból álló gráfban a leghosszabb lehetséges út maximum  $m$  élből állhat, mely - a kiindulási szögponthoz kivételével - minden hozzá tartozó szögponthoz csak egyszer érint, a fenti mátrixműveleteket végezzük el  $m$ -szer.

	$\overset{1}{\underset{1}{\text{sz}}}$	$\overset{2}{\underset{2}{\text{sz}}}$	$\overset{3}{\underset{3}{\text{sz}}}$	$\overset{4}{\underset{4}{\text{sz}}}$	$\overset{5}{\underset{5}{\text{sz}}}$				
<b>2. lépés</b>									
1	0	0	2	0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>3. lépés</b>									
2	1	1	1	1	3	2	2	4	2
0	1	1	1	1	1	1	1	2	1
0	1	1	1	1	1	1	1	2	1
1	0	0	2	0	2	1	1	3	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>4. lépés</b>									
1	2	2	4	2	4	4	4	8	4
1	0	0	2	0	2	1	1	4	1
1	0	0	2	0	2	1	1	4	1
2	1	1	1	1	4	2	2	4	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>5. lépés</b>									
4	1	1	5	1	8	5	5	13	5
2	1	1	1	1	4	2	2	5	2
2	1	1	1	1	4	2	2	5	2
1	2	2	4	2	5	4	4	8	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

7. ábra

Az így kapott  $\overset{5}{\text{sz}}_m$  szignummatrix lesz a vizsgált gráf elérhetőségi mátrixa. A 7. ábrán az eddig vizsgált Üzemeltetési típusgráf szomszédossági mátrixának hatványai, a (7) egyenlettel meghatározott összeg-, valamint azok szignum mátrixai láthatók. Így a vizsgált Üzemeltetési típusgráf el-

érhetőségi mátrixa:

$$D = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

### 5. Összefoglalás

A fentiek alapján megállapítható, hogy egy  $m$  szögpontból álló gráf  $A_{m \times m}$  szomszédossági mátrixának ismeretében a  $D_{m \times m}$  elérhetőségi mátrixa a

$$D = \text{sign} \sum_{n=1}^m A_n \quad (12)$$

egyenlettel meghatározható.

Természetesen a bemutatott egyszerű példa esetén a gráf megtekintéséből belátható, hogy az 5. állapot (szögpont) kivételével bármely állapotból bármely állapotba el lehet jutni. A gráfból az is kitűnik, hogy benne a - fenti feltételeket kielégítő - leghosszabb út három élből áll. Ez utóbbival magyarázható az, hogy a 3.; 4. és 5. lépéshez tartozó szignum mátrixok egyenlők. Mivel általános esetben, ha a szögpontok száma  $m$  a fenti kritériumnak megfelelő leghosszabb út hosszát megadni nem tudjuk, ezért célszerű vizsgálatunkat mindig  $k = m$  -ig elvégezni.

Egy bonyolultabb gráf esetén a fenti megállapítások "belátása" könnyen nem lehetséges, így az ismertetett módszer alkalmazása ekkor szükségessé válik.

Felhasznált irodalom

- 1 - Andrásfalvi Béla: Gráfelemélet; folyamatok, mátrixok, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983.
- 2 - Dr. Fazekas Ferenc: Alkalmazott matematika II, egyetemi jegyzet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1979.
- 3 - Dr. Pokorádi László: Üzemeltetési rendszerek vizsgálata a Markov-folyamatok elméletének alkalmazásával, X. Magyar Repüléstudományi Napok, Szolnok 1993. május 19-20., 154-165 pp.
- 4 - Sain Márton: Nincs királyi út! Matematikortörténet, Gondolat, Budapest, 1986.
- 5 - Dr. Szabó Imre: Gépészeti rendszertechnika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.

szöveges adatok feltöltése

szöveges adatok feltöltése

szöveges adatok feltöltése

ifj. Horváth Dezső mk. főhadnagy, főiskolai tanársegéd  
Horváth Dezső mk. alezredes, főiskolai docens

## A LEGI JÁRMŰVEK LESZÁLLÁSÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE

A korszerű légi járművek bonyolult berendezései a légi járművek vezetőivel szemben egyre magasabb követelményeket támasztanak. Külföldi statisztikai adatok alapján a légi közlekedésben bekövetkező katasztrófák közel 90 %-a emberi mulasztás következménye, amelyek több mint 50 %-a a megközelítés és a leszállás szakaszára esik. Mindezek azt bizonyítják, hogy a repülés legkritikusabb fázisa a megközelítés, illetve a leszállás.

A Tudományos Kiképzési Közlemények 1989. évf. 2. számában foglalkoztam a repülőgép leszállásával, a leszállás irányításával. Ennek során elemeztem a repülőgép bejövételét sikláshoz, valamint a siklópályán történő haladását (I. és II. szakasz). E cikkben a III. szakasz, azaz a felvétel, kilebegtetés, kigurulás dinamikai elemzését végezzük el, kiterjesztve azt a helikopterekre és a helyből fel- és leszálló repülőgépekre is.

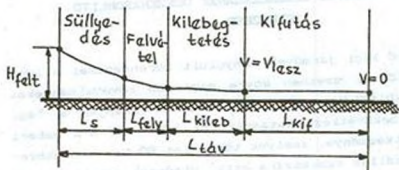
### I. A REPÜLŐGÉPEK LESZÁLLÁSA

#### a. / A leszállás szakaszai

A repülőgépek leszállása a következő szakaszokból áll:

- süllyedés,
- felvétel,
- kilebegtetés,
- földetérés,
- kifutás (kigurulás).

A repülőgép leszállását a kifutási úthossz  $L_{kif}$ , a leszálló távolság  $L_{táv}$  és a leszálló sebesség  $v_{lesz}$  határozza meg.



1. ábra

A repülőgép leszálló távolságának nevezzük a szabványakadály és a repülőgép teljes megállása közötti távolságot.

A repülőgép leszálló sebességének nevezzük a biztonságos földetérés minimális sebességét.

A leszálló távolság:

$$L_{táv} = L_s + L_{felv} + L_{kileb} + L_{kif} \quad (1)$$

- ahol:  $L_{táv}$  - leszálló távolság  
 $L_s$  - a süllyedés folyamán megtett út  
 $L_{felv}$  - a felvétel folyamán megtett út  
 $L_{kileb}$  - a kilebegtetés alatt megtett út  
 $L_{kif}$  - kifutási úthossz.

#### b. / A süllyedés

A leszállást megelőző süllyedés szakaszában határozza meg a repülőgépvezető:

- a leszállás lehetőségét,

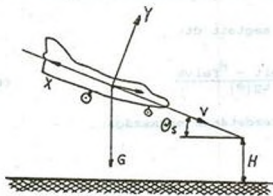


- vagy szükség esetén a második körre történő továbbmenetelt.

#### A süllyedés jellemzői:

- a süllyedés folyamán a repülőgép sebessége állandó vagy bizonyos értékekben csökken;
- a süllyedés közel egyenesvonalú pályán történik;
- a pálya hajlásszöge:  $|\theta| = (2-3)^\circ$ .

Süllyedés közben a következő erők hatnak (2. ábra):



2. ábra

- Y - felhajtóerő;
- X - homlokellenállás;
- P - a hajtómű tolóereje;
- G - a súlyerő.

A repülőgép állandósult mozgásának egyenlete süllyedés közben feltételezve, hogy:

- a vizsgált szakaszon  $v \approx \text{const}$  és  $\frac{dv}{dt} = 0$ ;
- mivel a pálya egyenesvonalú  $\theta = \text{const}$ ,  $\frac{d\theta}{dt} = 0$ ;
- a hajtómű tolóereje a sebesség irányába hat, azaz  $\cos \alpha_p = 1$  és  $\sin \alpha_p = 0$ .

$$P - X - G \sin \theta = 0 \quad (2)$$

$$Y - G \cos \theta = 0 \quad (3)$$

A pálya egyenesvonalúsága következtében teljesül:

$$Y = G \cos \theta \quad (4)$$

Amikor  $\cos \theta \approx 1$  (a süllyedés kis szögei esetén):

$$Y \approx G \quad (5)$$

A változtatható nyílazású szárnyal felszerelt repülőgépek leszállás előtti süllyedés feltételei javulnak. Az ilyen repülőgépeknél a leszállás a szárny kis nyílazású helyzetében történik. Ekkor a karcúság nagy, ebből következően nő az aerodinamika jóságai szám értéke is. Az ilyen gépek süllyedésekor kisebb hajtómű tolderő szükséges, mint állandó nyílazású szögű szárnyal felszerelt gépeknél.

A süllyedés szakaszán megtett út:

$$L_s = \frac{H_{\text{felt}} - H_{\text{felv.k}}}{\lg|\theta|} \quad (6)$$

$H_{\text{felv.k}}$  - a felvétel kezdetének magassága.

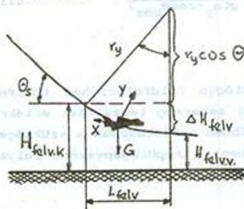
### c. / Felvétel

Felvételkor a repülési sebesség függőleges összetevőjének csökkentése és a repülőgép vízszintes repülési irányba történő átállítása történik. Ekkor a futóműkerekek és a föld közötti távolság 0,5 - 1,0 méter (durva közelítés a földfelszínhez).

### Jellemzői:

- a süllyedés végén  $H_{fk} = 7-15$  méter magasságban kezdődik;
- a repülőgépvezető növeli a repülőgép állásszögét és a pálya elgörbül (a felhajtóerő nagyobb lesz, mint a súlyerő összetevője és a pálya elgörbül) 3. ábra.

A felvétel kezdete előtt vagy annak folyamán a repülőgépvezető a hajlómű tolderejét csökkenti áttér az alapgáz üzemmódra.



3. ábra

$\theta_s$  - a pálya hajlásszöge súlylyedéskor;

$r_y$  - a pálya görbületi sugarára.

A magasság változása a felvétel során, és a felvétel kezdete is a függőleges súlylyedési sebesség értékétől függ. A 3. ábra alapján felírhatjuk:

$$\Delta H_f = r_y - r_y \cos \theta_s = r_y (1 - \cos \theta_s) \quad (7)$$

$$r_y = \frac{v^2}{g(n_y - \cos \theta_s)} \quad (8)$$

$$\Delta H_f \approx \frac{v^2 (1 - \cos \theta_s)}{g(n_y - \cos \theta_s)_{\text{közepes}}} \quad (9)$$

Az egyszerűsítéseket és behelyettesítéseket elvégezve:

$$\Delta H_f \approx \frac{v^2}{2 g(n_y - \cos \theta_s)_{\text{közepes}}} \quad (10)$$

A (10) képletből következik, hogy a felvételkor létrejövő magasságvesztés egyenesen arányos a repülőgép függőleges sebességének négyzetével a súlylyedés szakaszán.

A függőleges túlterhelés értéke nem nagy:  $n_y \approx 1,1-1,3$ .  
 A 3. ábra alapján a közelítő meghatározása a megtett út:

$$L_{\text{felv}} \approx r \cdot \sin \theta_s = \frac{v^2 \sin \theta_s}{g(n_y - \cos \theta_{\text{köz}})} \quad (11)$$

#### d. / A kilebegtetés:

A kilebegtetéskor a repülőgép földfelszínhez történő pontos közelítése és a haladási sebesség leszállási értékre való csökkentése valósul meg. Ebben a szakaszban a szükséges felhajtóerő fenntartása érdekében, a repülőgépvezető folyamatosan növeli a gép állásszögét.

#### Jellemzői:

- a repülőgép kis szög alatt süllyed:  $|\theta| < 1^\circ$ ,
- a hajtómű toldereje gyakorlatilag nullával egyenlő és a repülőgépre csak az Y felhajtóerő, a G súlyerő és az X homlokellenállás hat. A homlokellenállás hatására a repülőgép sebessége folyamatosan csökken.

A kilebegtetés végén, amikor a repülőgép eléri a leszálló sebességet, a repülőgépvezető megszünteti az állásszög növelését, mivel a fékezés folytatódik, a felhajtóerő csökkenni kezd és a repülőgép süllyedve érinti a talajt - megtörténik a leszállás.

A felvétel és kilebegtetés végrehajtható egyben is. Ekkor elmarad a klasszikus leszállás végső fázisa, amikor a földterés és felhajtóerő fékezés miatti csökkenése miatt következik be.

A felvétel kezdete előtt vagy annak folyamán a repülőgépvezető egyidejűleg a botkormány hátrahúzásával - a HVK segítségével csökkenti a tolderőt is, az alapgáz Uzemződnak megfelelő értékig.

A kilebegtetés alatt megtett út:


$$L_{\text{kileb}} = K_{\text{köz}} \frac{v_{\text{kileb.k.}}^2 - v_{\text{lesz.}}^2}{2g} \quad (12)$$

ahol:  $K_{\text{köz}}$  - az aerodinamikai jósági szám ezen a szakaszon.

$v_{\text{kileb.k.}}$  - a repülőgép sebessége a kilebegtetés kezdetén.

#### e. / Földetérés:

A leszálló sebesség:


$$v_{\text{lesz}} = \sqrt{\frac{2 G_{\text{lesz}}}{C_{y_{\text{lesz}}} \zeta s}} = \sqrt{\frac{2 m_{\text{lesz}} g}{C_{y_{\text{lesz}}} \zeta s}} \quad (13)$$

A leszálló sebesség (földetérési sebesség) értéke a repülőgép egyik legfontosabb repülési technikai jellemzője. Meghatározza a kifutási úthosszt, következésképpen fel- és leszállómező hosszát, azaz a repülőtér méreteit.

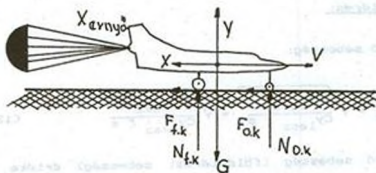
A változtatható nyílazási szögű szárnyak alkalmazása igen hatásos. Leszálló helyzetben a szárny nyílazási szöge minimális.

#### f. / A kifutás:

Miután a kerekek érintkezésbe léptek a földdel, megkezdődik a kifutás szakasza. A repülőgép mozgása földön a leszálló sebességtől a teljes megállásig, vagy a gurulási sebességig történő fékezéssel történik. A kifutás folyamán különböző eszközöket (melyek mozgással szembeni ellenállást növelik) alkalmaznak, a kifutási úthossz csökkentésére.

A repülőgépre ható erők kifizás közben:

- $X_{\text{ernyő}}$  - fékernyő fékező ereje,
  - a Föld  $N = N_{fk} + N_{ok}$  normális reakció ereje,
  - a kerekek és a felszállómező között keletkező
- $$F = F_{fk} + F_{ok} = f \cdot N \text{ súrlódási erő.}$$



4. ábra

a mozgással ellentétes irányba ható toldóerő létrehozása, akkor a toldóerőt felhasználják a fékező erő növelésére.

A turbólégcsavaros hajtóművekkel felszerelt repülőgépeknél a kifizás szakaszán a légcsavarokkal negatív vanderőt hozhatnak létre.

A mozgásegyenletek:

$$m \cdot a_x = m \frac{dv}{dt} = -X - X_{\text{ernyő}} - F_{\text{AP, ford}} \quad (14)$$

$$m \cdot a_y = Y + N - G = 0 \quad (15)$$

$$\frac{dL}{dt} = v \quad (16)$$



A föld normális reakcióereje:

$$N = G - Y \quad (17)$$

A súrlódási erő:

$$F = f \cdot N = f (G - Y) \quad (18)$$

Behelyettesítve a (17) egyenletet a (14)-be:

$$m \cdot a_x = m \frac{dv}{dt} = -X - X_{\text{ernyő}} - f (G - Y) - \Delta P_{\text{ford}} \quad (19)$$

A fékezési gyorsulás (lassulás):

$$a_x = \frac{-X - X_{\text{ernyő}} - f (G - Y) - \Delta P_{\text{ford}}}{m} \quad (20)$$

A (18) és (20) egyenleteket megoldva megkapjuk az  $L_{\text{kif}}$  kifizutási úthossz és  $t_{\text{kif}}$  kifizutási idő meghatározását:

$$L_{\text{kif}} \cong - \frac{v^2_{\text{lesz}}}{2 \cdot a_{\text{köz}}} \quad (21)$$

$$t_{\text{kif}} \cong - \frac{v_{\text{lesz}}}{a_{\text{köz}}} \quad (22)$$

A (21) és (22) egyenletekből következnek:

- a kifizutási úthossz egyenesen arányos a repülőgép lezárló sebességének négyzetével és fordítva arányos a közepes fékezési lassulás értékével. Minél nagyobb az  $a_x$  lassulás abszolút értéke, annál kisebb a kifizutási úthossz.

A kerekek fékezésén, a fékernyő és a toldóerőfordító berendezés alkalmazásán kívül, a lassulás abszolút értékének - kifizutási szakaszán történő - növelése céljából alkalmazhatunk törzsfékklapokat és interceptorokat.

A szárny fékező felületén elhelyezett interceptorok felfelé térnek ki, aminek következtében, egyrészt kiegészítő ellenállást hoznak létre, másrészt előidézik az áramlás leszakadását a szárny felső felületéről. Az áramlásleszakadás következtében az  $Y$  felhajtóerő csökken, ami az  $f(G-Y)$  súrlódási erő növekedéséhez vezet.

A kifutási úthosszra még a következő Üzemeltetési tényezők hatnak:

1. A repülőgép leszálló tömege.
2. A települési feltételek és az atmoszférikus viszonyok.
3. A szél hatása.

## II. A HELIKOPTER FEL- ÉS LESZÁLLÁSA

### a. / A felszállás módszere

Alapvetően két módszert alkalmaznak: a helikopter módszert és a repülőgép módszert. A rendelkezésre álló terület és annak méreti függvényében kerül végrehajtásra.

Nyitott megközelítési utak esetén a felszállás a légpárnahatás felhasználásával történhet. Ebben az esetben a helikoptert elemelik a földtől és 1,5-3 méter magasságban ellenőrző függést hajtának végre. Ezt követően a helikoptert átviszik gyorsítási üzemmódra és  $\sim 0,5 v_{gazd}$  sebesség elérésekor megkezdik az emelkedést.

A helikopterként történő felszállást a párnahatás alkalmazása nélkül, korlátozott méretű területek esetén alkalmazzák, amikor a közelben 3-5 méter magasságú akadályok vannak. Felszálláskor a helikopter függőleges emelkedést hajt végre 10 méter magasságig, majd az ellenőrző függés követ-

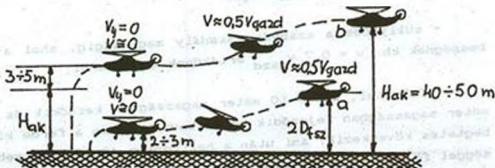
kezik, azután pedig a gyorsítással végrehajtott emelkedés a  $v \approx v_{gazd}$  sebesség eléréséig.

A repülőgépszerző felszállást túlterhelt helikopterekkel hajtunk végre. Ebben az esetben a helikopter nekifutást véggez a földön  $v = 0,4 v_{gazd}$  sebesség eléréséig, a hajtómű névleges üzemmódon történő működése mellett, majd ezt követően növelni kell a forgószárnylapátok közös beállítási szögét a felszálló üzemmódnak megfelelő értékig és ezzel egyidejűleg a botkormány hátrahúzásával el kell emelni a helikoptert a földtől. Ezt követően a helikoptert átviszik a gyorsítással végrehajtott emelkedés üzemmódra.

#### b. / A leszállás módszerei (5. ábra)

A helikopter leszállása is helikopterszerzőn és repülőgépszerzőn hajtható végre.

A helikopterszerzőn történő leszállás végrehajtható a párnahatás zónájában (5. ábra "a" pálya) vagy azonkívül végzett függéssel (5. ábra "b" pálya).



5. ábra

Az első módszerrel történő leszálláskor a helikopter süllyedést hajt végre és a felvétel  $H = (1,5-2) D_{fsz}$  magasságról ( $D_{fsz}$  - a forgószárny átmérője) kezdődik a helikopter

$v = 0,5 v_{\text{gazd}}$  sebességig történő fékezésével, majd ezt követi a kilebegtetés további sebességcsökkentéssel. A haladó és a függőleges sebesség nulla értékig történő csökkentése után a helikopter 2-3 méter magasságban függést hajt végre, majd pedig függőleges süllyedést  $v_y = 1-2$  m/s értékű függőleges sebességgel először 1 méter magasságig, azután pedig tovább süllyed a földetérésig.

A légpárna zónáján kívüli függést végrehajtott, helikopter módszerrel végrehajtott leszállás 40-50 méterig történő süllyedéssel kezdődik, ami után végrehajtásra kerül a felvétel és a vízszintes repülésre történő áttérés 15 méter magasságban, a sebesség további csökkentésével egészen nullaig. A 15 méter magasságban történő függést követően a helikopter függőleges süllyedést hajt végre  $v_y = 1,5-2$  m/s sebességgel, egészen 1 méter magasságig, majd megtörténik a leszállás.

A helikopter repülőgépszerű leszállását akkor alkalmazzák, amikor a rendelkezésre álló teljesítmény elégtelensége miatt a helikopterszerű nem valósítható meg. A leszállás az alábbi szakaszokban megy végbe:

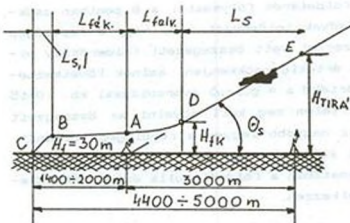
- süllyedés a szabvány akadály magasságig, ahol a sebességnek kb.  $v = 0,7 v_{\text{gazd}}$  értékűnek kell lenni;
- felvétel, ami 7-10 méter magasságban kezdődik és 2-3 méter magasságban fejeződik be. A továbbiakban a ferde kilebegtetés következik, ami után a helikopter 40-60 km/h sebességgel földet ér és kifutást hajt végre, miközben a kerekeket fékezik.

Egyes helikoptereknél a forgószárny is bevonható a fékezésbe a botkormány mérsékelt hátrahúzásával.

### III. A FÜGGŐLEGES FELSZÁLLÓ REPÜLŐGÉPEK LESZÁLLÁSA

a. / A függőleges fel- és leszálló repülőgépek leszállási vázlatát (6. ábra).

A függőlegesen fel- és leszálló repülőgépek leszállásának vázlatát a repülésbiztonság figyelembevételével kell ki-



6. ábra

alakítani. Ahhoz, hogy ennek a feltételnek eleget tudjunk tenni, okvetlenül szükséges, hogy a repülőgép lefékezése az evolutív sebességről a nulla körüli sebességig a földközelségben történjen.

Ebben az eset-

ben a repülőgép

földközelségben történő kö-

zelsége kis függőleges sebességekkel fog végbemenni. Ebből adódóan a fékezési szakasznak egyenes vonalú vízszintes, vagy enyhén süllyedő pályán kell megvalósulnia, földközelségben. A fékezési szakasz után pedig a süllyedés és földetérés következik. Ez annyiban különbözik a megszokott leszállástól, hogy a fékezési szakaszt a süllyedés és felvétel kell, hogy megelőzze. A 6. ábra alapján a leszállás folyamata a következő:

- a repülőgép előzetes egyenesvonalú süllyedést hajt végre 45-50 méter magasságig, majd következik a felvétel, ami körülbelül 30 méter magasságban fejeződik be;

- a továbbiakban megkezdődik a repülőgép egyenesvonalú fékezésének szakasza földközélen, egészen  $v_x = 5-10$  m/s sebességig, ami átmeny a süllyedési és földterési szakaszba,  $v_y \approx 0$  sebességig történő fékezéssel;

- B pont - a süllyedés és földterés megkezdésének pontja, görbevonalú mozgásszakasz.

A süllyedés és földterés folyamata: a B pontban csökkenteni kell a hajtóművek tolóerejét úgy, hogy a repülőgép függőleges tolóerő szerint vett összegezett tolóerősúly viszonya  $\mu = 0,90-0,92$  értékig csökkenjen, aminek következtében a repülőgép kis értékű  $a = g(1-\mu)$  gyorsulással kb. 10-15 méter magasságban hirtelen meg kell növelni az összegezett tolóerőt úgy, hogy az nagyobb legyen a repülőgép súlyánál. Ezt olyan számítással kell végrehajtani, hogy a repülőgép a lassú süllyedés folyamatában a földnél nulla értékű függőleges sebességgel rendelkezzen.

A leszállási vázlat felépítésének általános tételei:

1. / Alapvető követelmény, hogy a repülőgépvezető a leszállás helyét kb. 2,5-3 km távolságról és 25-30 méter magasságból vizuálisan belássa.
2. / A fékezés kezdetének (A) pontjában a repülőgépnek a megadott magassággal és repülési sebességgel kell rendelkeznie.
3. / Az (A) pontba érkezés pillanatában a menet-emelő hajtóművek gázkiáramlás sebességfokozóinak leszálló helyzetben elfordítva kell állniuk, az emelő hajtóműveknek pedig "alapgáz" üzemmódban kell működniük.

A repülésbiztonság növelés céljából a következő rendszabályokat kell betartani:



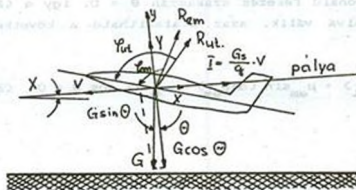
1./ Az (AO) pont alatt a földön közeli irányadó állomást (KIRAO) kell telepíteni. Az irányadó feletti átrepülés pillanatát hang- és fényjelzésnek kell kísérnie.

2./ A repülőgép felvételének közvetlenül a közeli irányadó állomás előtt be kell fejeződni. A felvétel szakasza megegyezik a klasszikus repülőgépek felvételi szakaszával.

3./ A süllyedés szakasza sem különbözik a megszokottól, a  $\theta_s$  süllyedési szög alapján kiszámítható a leszállás megadott távolságra telepített távoli irányadó állomás (TIRA) átrepülési magassága ( $H_{TIRA}$ ). A  $\theta_s$  megválasztása a megszokott  $v_y = 3-5$  m/s függőleges sebességből kiindulva történik. Az emelő hajtóművek indítását a süllyedés szakaszán kell végrehajtani, de még a TIRA átrepülését megelőzően.

4./ Az egyenesvonalú fékezés szakaszát legegyszerűbb végrehajtani az  $\alpha$  állásszög  $\alpha_{meg}$  értékig történő egyenletes növelésével, ha ezt megelőzően az  $\alpha$  értéke ennél kisebb volt.

A leszállási szakasz számítási módszerei: a leszálló távolság a repülőgép egyenesvonalú fékezési szakasza és a



7. ábra

földetérésig tartó görbevonalú süllyedés összegével határozható meg. A leszálló távolság nagy részét a fékezési szakasz teszi ki.

A fékezési szakaszban ható erők (7. ábra):

A függőleges fel- és leszálló repülőgépeknél a fékezési szakasz hossza jelentős, mivel a  $\varphi_{ut}$  és  $\varphi_{em}$  szögek korlátozott értékek és nem lehet tölőerő fordítást alkalmazni.

A süllyedés szakaszának hossza mintegy 25-30 métert tesz ki, vagyis a leszálló távolság alapvető része a fékezési szakasz hossza.

Mozgásegyenletek a leszállásnál (megegyezik a felszállás mozgásegyenleteivel, csak a  $\varphi_{ut}$ ,  $\varphi_{em}$ ,  $R_{ut}$ ,  $R_{em}$ ,  $\alpha$  és  $\theta$  szerinti vezérlési törvények lesznek mások:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{G}{G} \left[ R_{ut} \cos(\alpha + \varphi_{ut}) + R_{em} \cos(\alpha + \varphi_{em}) - X - G \sin \theta - I_{ut} - I_{em} \right] \quad (23)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{g}{G \cdot v} \left[ R_{ut} \sin(\alpha + \varphi_{ut}) + R_{em} \sin(\alpha + \varphi_{em}) + Y - G \cos \theta \right] \quad (24)$$

$$\frac{dH}{dt} = v \sin \theta \quad (25)$$

$$\frac{dL}{dt} = v \cos \theta \quad (26)$$

Az egyenesvonalú fékezés szakaszán  $\theta = 0$ , így a (24) egyenlet algebraivá válik, azaz átalakítható a következő alakra:

$$\mu_{ut} \sin(\alpha + \varphi_{ut}) + \mu_{em} \sin(\alpha + \varphi_{em}) + \frac{Y}{G} - \cos \theta = 0 \quad (27)$$

ahol:

$$\mu_{ut} = \frac{R_{ut}}{G} \quad \text{- utazó hajtóművek tölőerő-súly viszonya;}$$

$$\mu_{em} = \frac{R_{em}}{G} \quad \text{- emelő hajtóművek tölőerő-súly viszonya.}$$

A (27) egyenletből következik, hogy a mozgás egyenesvonalúságának biztosítása céljából a  $\mu_{ut}$  értékét a fékezés folyamán a következők szerint kell megválasztani:

$$\mu_{ut} = \frac{\cos \theta - \mu_{em} \sin(\alpha + \varphi_{em}) - \frac{Y}{G}}{\sin(\alpha + \varphi_{ut})} \quad (28)$$

A fékezési úthossz és idő kiszámítása legegyszerűbb a (23), (24), (25), (26) egyenletek numerikus integrálása útján, megadva a kezdeti feltételeket  $v_k = 0$  és  $L_k = 0$ , valamint  $\mu_{ut}$ ,  $\mu_{em}$ ,  $\alpha$ ,  $\varphi_{ut}$ , stb. értékeit.

Ha bevezetjük az egyszerűsítést,  $R_{ut}$  és  $R_{em}$  értékei nem függenek a sebességtől, az  $\alpha$ ,  $\theta$ ,  $\varphi_{ut}$ , és  $\varphi_{em}$  szögek pedig állandó értékek, akkor az (1)...(4) differenciál mozgásegyenletek visszavezethetők a táblázatos integrálokhoz és véges formában integrálhatók.

A repülőgép mozgásának számítását a süllyedés és a földetérés szakaszán a (23)...(26) egyenletrendszer integrálása útján lehet elvégezni.

#### Összefoglalva:

Az elemzett repülési szakaszokon jelentős mértékben megváltozik a légi jármű külső formája (futók, fékszárnyak kibocsátása, stb.), a repülés sebessége, magassága, iránya, stb., valamint a hajtóművek teljesítménye. A leszállás folyamán a személyzetnek nagyszámú műszer jelzését kell figyelemmel kísérnie, értékelnie és a kapott adatok alapján a repülés további menetéről döntenie. A felsorolt műveletekre fordítandó idő rendkívül korlátozott, ezért a repülőgép vezetésében olyan hibák keletkezhetnek, melyek már nem kiküszöbölhetőek. A repülésbiztonság szükségessé teszi a repülést gátló tényezők elhárítását. A repülőgépek leszállításának automatizálásával is növelhető a repülés biztonsá-

ga, aminek első lépését a félautomatikus megközelítést biztosító, utasítást adó rendszerek alkalmazása jelentheti. A második lépés a megközelítés műveletének teljes automatizálása kell legyen.

A repülőgépek leszállításának teljes automatizálása csak az elhatározási magasság és a vízszintes repülési távolság értékének fokozatos csökkentésével lehetséges.

A polgári repülésben az ICAO (Nemzetközi Repülésügyi Szervezet) a repülőgépek leszállításának automatizálására az elhatározási magasság és a vízszintes távolság függvényében a következő kategóriák bevezetését javasolta (1. számú táblázat).

1. számú táblázat

KATEGÓRIA	ELHATÁROZÁS MAGASSÁGA (m)	VISSZINTES HATÓTÁVOLSÁG (m)
I.	60	800
II.	30	400
III. a.	0	200
III. b.	0	50
III. c.	0	0

Az egyes kategóriák követelményeinek biztosítása viszont komoly műszaki - gazdasági problémákat vet fel.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

1. / Mihajlov J. A. és mások: A repülőgép automatikus vezérlésének rendszerei.  
Moszkva, 1975. Zsukovszkij Akadémia
2. / Егер С. М. и др.: Проектирование самолетов  
Москва, 1983. Машиностроение

3. / Акинов А. И. и др: Летние испытания вертолетов  
Москва, 1980. Машиностроение

4. / Котик М. Г.: Динамика взлета и посадки самолетов  
Москва, 1984. Машиностроение

Szekeres Bálint főiskolai adjunktus

## A MATEMATIKAOKTATÁS UTCAJA KETIRÁNYU

Lépten-nyomon érzékelhetjük azt a permanens folyamatot, ahogyan a matematika egyre nagyobb teret hódít a modern életben és a tudományban egyaránt. Ennek a ténynek jelentkeznie kell - és jelentkezik is - a korszerű oktatási rendszer egészében. Különösen fontos az a kérdés, hogy mi legyen a matematikaoktatás tartalma, s milyen legyen a terjedelme a felsőfokú oktatásban.

A mit? és mennyit? kérdése után fajsúlyosan fogalmazódik meg a HOGYAN? kérdése. Azaz, miképpen tanítsunk "felsőbb matematikát" a leendő műszaki szakembereknek, a "jövő Üzem-mérnökeinek" úgy, hogy a határfok minél nagyobb legyen?

A jelenlegi hallgatóknak - a jövő műszakhelyükön - érteniük kell a folyamatok, berendezések (fizikai) elveit, annak a technikának a lényegét, amellyel dolgoznak.

Majdan tehát olyan mértékben kell ismerniük a fizikát, illetve a műszaki tárgyakat, hogy képesek legyenek ismereteiket felhasználni, alkalmazni is.

A fizika törvényeit egzakt formulákkal kell megfogalmazni, s a gyakorlatban műszaki szerkezetekkel és természeti jelenségekkel kapcsolatos számításokra kell alkalmazni.

Mit jelent ez matematikaoktatásunkra nézve? A kérdéssel kapcsolatban idézem az amerikai Willard Gibbs fizikus (1839-1903) szállóigévé vált megfogalmazását. Gibbs a modern termodinamika egyik megalapítója volt, rendkívüli hallgatógéságáról és szerénységéről volt híres, mindössze egyszer szó-lalt föl nyilvánosan a Yale Egyetem tanácsülésén, amikor azt a kérdést vitatták, hogy a nyelvek vagy pedig a matematika



szerepeljen-e nagyobb súllyal az oktatásban. Nyomós érvét tömören csak így fogalmazta: "A matematika is nyelv".

Valóban, a matematika az a nyelv, amelyen a természetet leírhatjuk, s hogy ez a leírás mennyiben hű, attól függ, hogy milyen (milyen fejlett) matematikai apparátust alkalmazunk. A fizika nyelve a matematika. A fizikához szükséges matematika azonban nem az ún. "elemi matematika", vagyis algebra, geometria, trigonometria, hanem a differenciál- és integrálszámítás.

A mechanikában szereplő gyorsulás a sebesség deriváltja, illetve a helyvektornak idő szerinti második deriváltja. Semmi más megfogalmazás (pl. egy másodperc alatti sebességváltozás) nem egzakt. Miért is kellene, hogy az erő egy másodpercig állandó maradjon?

A hangsúly tehát azon van, hogy hallgatónk kezébe használató eszközt (szerszámot) adjunk fizikai, műszaki problémák megoldásához, értelmezéséhez, azaz matematikaoktatásunk nem öncéld.

Az oktatásban és a tanulásban (tekintve természetesen azt, hogy nem matematikusképzésről van szó) tehát a matematika eszköz jellegét kell kidomborítanunk! Erre vonatkozóan megszívlelendők Albert Einsteinnek - valószínűleg minden idők legnagyobb fizikusának - önéletrajzában leírt sorai: "12-16 éves koromban megismerkedtem a matematika elemeivel, ideértve a differenciál- és integrálszámítás alapjait. Ezeket szerencsémre olyan könyvekből sajátítottam el, amelyek nem helyeztek nagy súlyt a logikai szigorúságra, viszont mindenütt jól kiemelték a fő gondolatokat. Mindezek a valóban lebilincselő tanulmányok sem voltak rám kisebb hatással, mint az elemi geometria csodája. Az analitikus geometria, a végtelen sorok, valamint a differenciál és az

integrál fogalma valósággal szárnyakat adtak gondolkodásomnak."

A matematika tankönyvek többségében nagy súlyt helyeznek arra -pl. a differenciál- és integrálszámítás kapcsán-, hogy lehetőleg szigorúan bizonyítsák két "végtelenül kicsiny mennyiség" hányadosa meghatározott határértékének (azaz a differenciálhányadosnak) a létezését és véges voltát, valamint "végtelen sok, végtelenül kicsiny összeadandó" összegének (azaz az integrálnak) a létezését.

A bizonyításokhoz - legtöbbször - előzetesen kifejtik a határérték és a határátmenet fogalmát és ezek elméletét. Bizonyos részletességgel vizsgálják azokat a helyzeteket, amikor a határérték nem létezik. Ez a problémamegközelítés nem biztos, hogy pedagógiai szempontból a legelőnyösebb, különösen akkor, amikor ezeknek a fogalmaknak a levezetéséről van szó. Nem biztos az, hogy minden hallgató képes elsajátítani bármilyen gondolatmenetet és ezentúl már csak a kifejtés precizitása érdekelne.

Sokkal célszerűbbnek mutatkozik az alábbi módon való megközelítés:

Az alapvető fogalmaknak a kezdők tudatában az intuitív benyomások szintjén kell beivódniuk és magától értetődővé válniuk. A hallgatónak úgy kell emlékeztetésben őriznie és a gyakorlatban alkalmaznia ezeket a fogalmakat, hogy nem tér vissza minden egyes alkalommal az azokat megalapozó gondolatmenetekhez (olyanokhoz, mint a határérték, annak léte, különböző szükséges és elégséges feltételek teljesülése, stb.).

Nélkülözhetetlen a fogalmak sokszor ismételt alkalmazása, mert a fogalmak lényegének intuitív megragadásához, felfogásához nem a bizonyítás, hanem a tapasztalás vezet. (A

gyermek is így tanulja anyanyelvét, a nyelvtan ismerete nélkül).

A felvázolt intuitív, túlszimplifikált megközelítés a matematika fejlődésének történeti útját követi (Newton és Leibniz sem követelték a szigorúságot). A biológia nevezetes törvénye szerint "az ontogenezis megismétli a filogenezist".

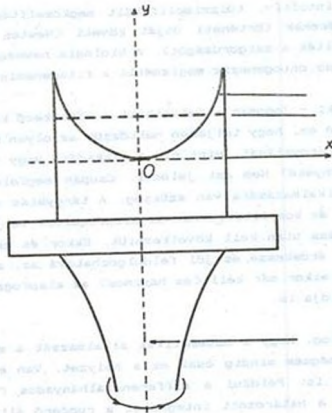
Ezek után bárki - jogosan - felvetheti a következő kérdést: Azt jelentené ez, hogy teljesen mellőzzük az olyan bonyolultabb esetek tárgyalását, mint pl. a szakadást vagy törést mutató függvényeké? Nem azt jelenti, csupán megfelelő didaktikai fogás alkalmazására van szükség. A tárgyalás során a kivételeknek és komplikációknak az alapfogalmak teljes intuitív elsajátítása után kell következniük. Ekkor és csak ekkor válik igazán érdekessé és jól feldolgozhatóvá az, ami bonyolult. Nyilván ekkor már kell (és hasznos) az alapfogalmak precíz definíciója is.

Megszokott dolog, hogy a matematikát alkalmazzák a műszaki tudományok, mégsem mindig csak ez a helyzet. Van ellenirányú forgalom is. Például a differenciálszámítás fogalmát a sebesség, a határozott integrálét a rugóerő által végzett munka segítségével is bevezethetjük. Feltétlenül szükség van arra, hogy a fizika (a műszaki tudományok) segítsen a matematikai fogalmak elsajátításában, a matematika pedig használható eszköz legyen a hallgatók kezében a műszaki problémák megoldása során.

A továbbiakban - konkrét példa gyanánt - vizsgáljuk meg a forgó folyadék felületének alakját!

Ha egy centrifuga tányérjának közepére - félig színes vízzel töltött - poharat állítunk, s a gépet függőleges tengelye körül egyenletesen forgatjuk, megfigyelhetjük mi történik. A forgó pohárban közepén alászáll, a szélén felemel-

kedik a víz. Ha nő a fordulatszám, a falnál még magasabbra hűződik, középen még lejjebb süllyed a folyadék, beljebb nyúlik a mélyedés.



1. ábra

A forgástengelyen átmenő síkmetszet nagyjából úgy fest, ahogyan azt az 1. ábra mutatja.

A forgó felületet - amely láthatólag a forgás folyamán ugyanolyan marad - forgásfelületnek vehetjük, melyet a forgástengelyen átmenő keresztmetszet határgörbéje, az ún. meridiángörbe generál.

Summa summarum: a feladat a meridiánvonal egyenletének meghatározása.

A fizikai lényeglátás azt diktálja, hogy a derékszögű koordináta-rendszert az 1. ábrán látható módon vegyük fel. A probléma most még határozottabb lett; adjuk meg ebben a koordináta-rendszerben a meridiángörbe egyenletét!

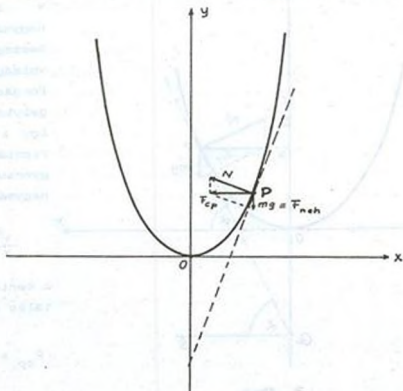
Az itt tárgyalt, s a hozzá hasonló problémák megoldásának három jellegzetes szakasza van. Az első szakasz telje-

sen, vagy javarészt a fizikába vág; a fizikai feltevés vagy sejtés megfogalmazása. A második szakasz átmenet a fizika és a matematika között: a feltevés vagy a sejtés egyenletekre való lefordítása. Az utolsó szakasz matematikai: az egyenletek megoldása.

Nézzük vizsgált problémánkat részletesebben!

## I. A FIZIKAI SZAKASZ

Tekintsünk egy csöppnyi folyadékot, a szabad felszín egy parányi részét a felület valamely  $P$  pontjában. E cseppecske egyenletesen mozog egy vízszintes kör mentén, állandó sebességgel. Tudjuk a dinamikából, hogy ezen mozgás



2. ábra

fenntartásához állandó nagyságú, a kör középpontja felé mu-

lató erőnek - centripetális erőnek - kell hatnia. A centripetális erő a cseppre ható nehézségi erőnek és a környező folyadékrészecskék hatásából adódó  $N$  eredő nyomóerőnek - mely merőleges a szabad felületre - az eredője (2. ábra).

Találtunk tehát egy lényeges fizikai elvet, amely megmagyarázhatja a jelenséget. Ezzel véget ért a vizsgálat első szakasza, a továbbiakban a matematikai megfogalmazáshoz kell eljutnunk.

## II. ÁTMENET A FIZIKÁTÓL A MATEMATIKÁHOZ

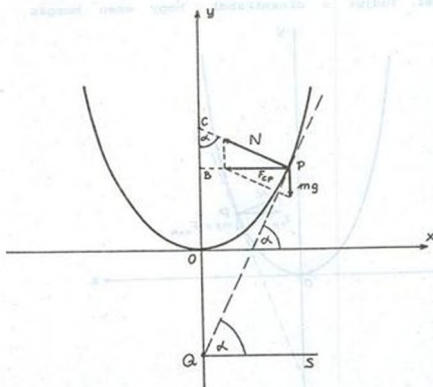
Legyen a meridián  $P(x; y)$  pontjában lévő  $m$  tömegű részecskének

$v$  állandó nagyságú sebessége, távolsága a forgástengelytől  $x$ . Így a centripetális gyorsulás nagysága

$$\frac{v^2}{x}$$

a centripetális erő

$$F_{cp} = m \frac{v^2}{x}$$



3. ábra

A 3. ábra alapján:  $\alpha$ , a meridiángörbe érintőjének az  $x$



tengellyel bezárt szöge - mint az könnyen belátható - pontosan akkora, mint a BCP . Ezért

$$\operatorname{tga} = \frac{\frac{mv^2}{x}}{mg} = \frac{v^2}{xg}$$

Mivel az  $y = f(x)$  görbe  $(x; y)$  pontbeli érintőjének meredekségét az első derivált,

$$\left( y'(x) = \frac{dy}{dx} \right)$$

adja meg:

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tga}.$$

Igy a következő összefüggést kaptuk:  $\frac{dy}{dx} = \frac{v^2}{xg}$ .

Kihasználva, hogy  $v = \omega x$ , egyenletünk a  $\frac{dy}{dx} = \frac{\omega^2 x}{g}$  alakot ölti, ahol  $\omega$  állandó nagyságú szögsebessége minden részecskének. Látható, hogy az egyenlet dimenzionálisan is rendben van.

Végleges megállapítás: a gravitációs térben - függőleges tengely körül -  $\omega$  szögsebességgel forgó folyadék meridiángörbéjén minden  $(x; y)$  pont eleget tesz a

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\omega^2 x}{g}$$

differenciálegyenletnek. Ezzel befejeződött a második szakasz.

### III. A BEFEJEZŐ, MATEMATIKAI SZAKASZ

Differenciálegyenletünkben "ki kell hámozni" a meridiángörbe egyenletét, azaz meg kell oldanunk a differenciál-

egyenletet. A szerkezetből adódóan ezt könnyen megtehetjük a "változók szétválasztásának" módszerével:

$$dy = \frac{\omega^2}{g} x dx$$

$$\int dy = \int \frac{\omega^2}{g} x dx$$

$$\int dy = \frac{\omega^2}{g} \int x dx$$

A határozatlan integrálás eredménye:

$$y = \frac{\omega^2}{2g} x^2 + C \quad C \in \mathbb{R}$$

Felhasználva a kezdeti feltételt, azaz  $Y(0) = 0$ -t:

$$0 = \frac{\omega^2}{2g} 0 + C,$$

adódik, hogy:  $C = 0$  és

$$y = \frac{\omega^2}{2g} x^2$$

A meridiángörbe egy parabola, a felület egy forgásparaboloid. Ezzel teljes egészében megoldottuk a problémát.

Az előzőekben megoldott feladathoz - a probléma aktualitása miatt - még néhány megjegyzést hozzáfűzök:

A centrifuga tányérjában lévő folyadék akár higany (folyékony fém) is lehet. Newton már a XVII. században egy higanyval bevont forgó koronggal kísérletezett, annak tükörként való alkalmazása végett.

A tudások mostanában kifejlesztettek egy 2,7 m átmérőjű teleszkópot, melynek szíve egy higanytál, amely egy percen-

ként tized fordulós korongra van erősítve. A higany felülete olyan forgásparaboloiddá alakul, amely tükörnek felel meg. Az egész konstrukció léggárnán nyugszik, ami megakadályozza a zavaró rázkódásokat. A képeket, amelyeket a berendezés a világörből felfog, egy speciális kamera lefilmezi és számítógépre viszi.

Természetesen - a forgó folyadék esetén túlmenően - további példák bőséges tárháza áll rendelkezésünkre. A mechanika, a radioaktív sugárzás, az elektromágneses rezgések stb. mind a differenciál- és integrálszámítás alkalmazásának példái lehetnek.

Nyilván egyetlen oktatási módszer sincs, - ez vonatkozik a cikkben felvázoltra is - amely "A MÓDSZER" volna; ahány jó tanár, annyi jó módszer van. Az a mód, ahogyan a lényegét kiemeljük, éppen olyan fontos lehet, mint maga a lényeg.

Tanszékünk szakmai - módszertani munkájában évek óta folyamatosan igyekszik a lehető legjobban megválaszolni a cikk elején kiemelten megfogalmazott HOGYAN? kérdését.

A szakmai tudományos háttéranyag tanulmányozása, a módszertani bázis folyamatos megújítása, a tanszéki tudományos kutatómunka mind a matematikaoktatás eredményesebbé tételét szolgálja.

A matematikatanítás utcájában haladva azonban mindig óberen ügyelnünk kell a "szembejövő forgalomra", ez az utca ugyanis - remélhetőleg ez a cikkből is kiderült - kétirányú.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

1. / Pólya György: Matematikai módszerek a természettudományban. Gondolat Kiadó Bp., 1984.

2. / Pólya György: A gondolkodás iskolája.  
Gondolat Kiadó Bp., 1981.
3. / J.B. Zeldovics: Ismerkedés a felsőbb matematikával és fizikai alkalmazásával.  
Gondolat Kiadó Bp., 1981.
4. / J.B. Zeldovics - A.D. Miskisz: Az alkalmazott matematika elemei.  
Gondolat Kiadó Bp., 1978.
5. / Rudolf Rothe: Matematika gépészmérnökök számára  
Műszaki Könyvkiadó

Kiss Lajos mk.százados, főiskolai adjunktus

## FUTÓKEREKRE HATÓ ÜZEMELTETÉSI PARAMÉTEREK

Napjaink egyik fontos megoldandó szakmai problémája a repülőgépek fel- és leszállása közbeni útirányú kormányzás biztosítása. Annak ellenére hogy folyamatosan hallani a kormányberendezések, a fék- és a blokkolásgátló rendszerek korszerűsítéséről, az utóbbi években növekedett az útirányú stabilitás elvesztése miatt bekövetkező események és katasztrófák száma.<sup>1</sup>

Ebben a kapcsolatban sebezhető az összes repülőgép, különösen azok a harci gépek, melyek nedves, havas, nagy keresztirányú lejtéssel rendelkező pályákra szállnak le. Fékezéskor hosszirányú siklás, elsodródás jön létre és csökken a kerekekre ható oldalirányú erő is.

E cikkemben a repülőgép futóművének gumiköpenyére ható oldal- és hosszirányú erőkkel, valamint ezek jellemzőivel foglalkozom, három nagy valószínűséggel bekövetkező esetben.

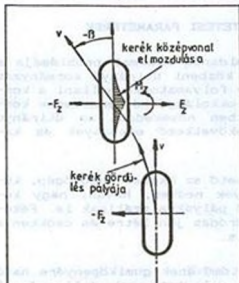
### 1. A kerék gördülésekor és oldalcsúszásakor keletkező erők

A repülőgép földön történő mozgása elsősorban a köpeny és a felület közötti súrlódási erő hatására történik. Az 1. ábrán egy olyan kerék látható, mely kezdetben párhuzamosan gurul a felszállópálya tengelyével. Amikor a gördülő kerekekre egy feltételezett kúszást okozó  $-F_z$  erő hat, akkor a kerekekre az érintkezési síkban ugyanolyan nagyságú, de ellentétes irányú oldalirányú  $F_z$  erő hat, mely megakadályozza a repülőgép legördülését a pályáról. A kerék ilyen jellegű mozgása  $\beta$  kúszási szöggel jellemezhető, amely a kezdeti és az adott kerék mozgásirány között mérhető.

A csúszással gördülő kerék  $c_{zk}$  oldalerő együtthatójának meghatározásához az oldalirányú  $F_z$  erő és a függőlegesen ha-

<sup>1</sup>Flight International, 1992, július, 22-28, 31-35. oldal.

tó  $F_N$  terhelésből származó erők viszonyát veszik. A  $c_{zk}$  és a  $\beta$  között meghatározott összefüggés van. (2.sz.ábra). Fontos

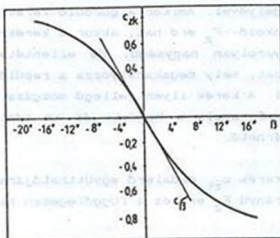


1. ábra

paraméter a repülőgép utirányú kormányzásában a kerék oldalirányú merevsége, mely az oldalirányú erő görbéjének kúszási szög szerinti iránysszögéből nulla kúszási szögnél határozható meg. A repülőgép jobb kormányozhatósága érdekében kívánatos olyan kerékekkel felszállni, melynek nagy az oldalirányú merevsége, ami egyben csökkentheti a külső köpeny kopását a különböző fordulónál. A hagyományos kereszttezett konstrukciójú kerékekkel összehasonlítva a nagyobb oldalirányú merevséggel rendelkező radiális kord-

szálú köpennyel ellátott kerékek talán ez az egyik legnagyobb előnye.

A nonlineáris jellegre való átmenet abból következik, hogy megváltozik a ballon merevségének és a rendelkezésre



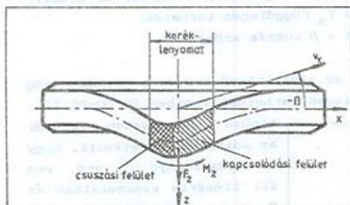
2. ábra

álló súrlódásnak a kölcsönhatása. A 3. ábrán látható a felszálló pálya felületén adott kúszási szög esetén a kerék gördülése.

A gumiköpeny azon pontjai, melyek a kerék felülettel történő érintkezési pontján kívül esnek, külső hatásoktól mentesek. Azok keresztirányú elmozdulása csaknem előidézi az



az alatt elhelyezkedő víz deformációját. Annak mértékében ahogy a köpeny ezen pontjai érintkezésbe kerülnek a pályaburkolattal, a súrlódási erő hatására nem mozdulnak el. Amennyiben a kerék  $v_x$  irányban, a koronavonallal  $(-\beta)$  hajlásszöget bezárva mozog, akkor a köpeny pontjai - áthaladva az érintkezési zónán - a kerékhez viszonyítva keresztirányban összenyomódnak. Ez a keresztirányú deformáció maga után vonja a ballon külső részében a visszaállító erőrendszert, amely az oldalirányú  $F_z$  erők eredőjét jelenti.



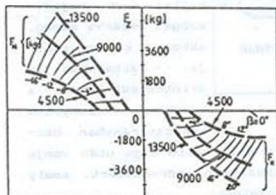
3. ábra

Következésképpen, minél nagyobb a kúszási szög, annál nagyobb a keresztirányú deformáció, illetve annál nagyobb az eredő oldalirányú erő. A merevség és a súrlódási erő ilyen kölcsönhatása a kis kúszási szögeknél jelentkezik (2. ábra) és lineárisan jellemezhető kapcsolatot rejt az oldalirányú erők és a kúszás között. Azonban a visszaállító  $F_z$  erő, csak bizonyos határértéket vehet fel. Ez a határérték a rendelkezésre álló helyi súrlódási erőből, és a függőleges terhelés eloszlásától függ.

Nagy kúszási szögeknél a rendelkezésre álló súrlódás kevésnek tűnik az oldalirányú visszaállító erő felvételére, ennek következtében jelentős csúszás keletkezik, - először az érintkezési felület hátsó részénél, ahol is a legnagyobb a keresztirányú elmozdulás - majd pedig a kúszási szög növekedésekor a csúszás áttevődik az érintkezési felület mellső részére is. A csúszás ezen jellege a 2. ábrán a lineáris rész átmeneténél van.

Legfontosabb Üzemeltetési jellemzők, melyek az oldalirányú erőre hatnak: - az  $F_N$  függőleges terhelés;  
- és a  $\beta$  kuszás szöge.

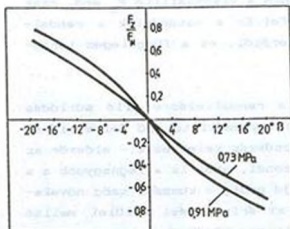
A 4. ábrán látható az oldalirányú erő és a kuszási szög kapcsolata három függőleges terhelési esetben 20.00-20 III.



4. ábra

tipusú kerék esetén. Ezekből az adatokból következik, hogy az oldalirányú  $F_z$  erő, nem áll lineáris kapcsolatban az  $F_N$  és a  $\beta$  értékével, vagyis csökkentve a radiális terhelést az oldalirányú merevség csökken, a lineáris összefüggés az  $F_z/F_N$  ill.  $\beta$  között megszűnik, vagyis csúszáskor a repülőgépet irány szerint csökkentett radiális terhelés esetén nehezebb kormányozni mint normál terheléskor, különösen havas vagy sáros felszállópálya használatakor.

A kerék ballonjának nyomása szintén hatással van az oldalirányú  $F_z$  erőre, vagyis a töltőnyomás növelése egyidejűleg megnöveli az oldal-

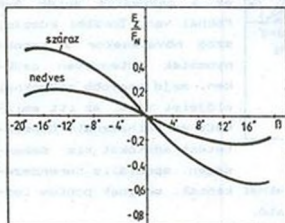


5. ábra

és függőleges merevséget, amely ellentétesen hat az oldalirányú erő keletkezésére. A megnövelt oldalmerevség hatása a megnövelt oldalirányú erőre részlegesen csökken, -a lenyomat hosszának csökkenése miatt- mely függőleges merevség növekedésének következmé-

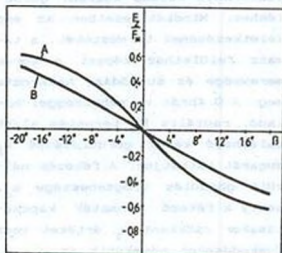
nye. A ballon nyomásának növelésekor az oldalirányú erő növekedése kisebb mint az várható lenne. (pl. az 5. ábrán látható hogy 25 %-kal megnövelve a ballonnyomást az oldalirányú erő csak 10 %-kal nőtt meg).

A köpeny hatékonysága az iránytartás biztosításában erősen csökken havas síkos és jeges felszállópályákon. A 6.



6. ábra

nyezőinek görbéi A és B köpeny kialakítás esetén. Kerék csúszással történő gördülésekor, oldalirányú erő keletkezése

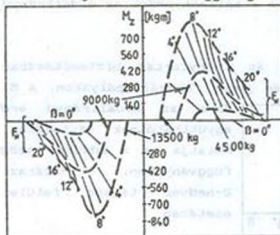


7. ábra

6. ábra az oldalirányú erő együttthatóinak változását mutatja be a küszási szög függvényében: 1-száraz, 2-nedves támasz felület esetében.

Jelentősen hatással van az oldalirányú erőre a köpeny anyaga és a kialakítása. A 7. ábrán látható hogyan különböznek egymástól az oldalirányú erők tényezőinek görbéi A és B köpeny kialakítás esetén. Kerék csúszással történő gördülésekor, oldalirányú erő keletkezése mellett ( $F_z$ ), ún. saroknyomaték  $M_{zk}$  is keletkezik, melyet visszaállító nyomatéknak neveznek, mivel a csúszás ellenében hat. (lásd 3. ábra). A kormányozható kerekek futószár bekötéseinek ezt a nyomatéket fel kell venniük. Fontos tényezőként jelentkezik ez a saroknyomaték az ún. simi keletkezésében. A saroknyomatéknak  $M_{zk}$  bonyolult kapcsolata van a  $\beta$  küszás

szögével, a függőleges  $F_N$  terheléssel. Kapcsolatukat a 8. ábra mutatja be. Adott függőleges  $F_N$  terhelésekor a saroknyomaték növekszik a küszási szög növekedésekor és felveszi a maximális értékét.

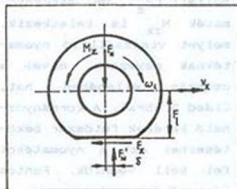


8. ábra

Normál Üzemeltetés esetén ez a maximális érték 6-8 foknál van. További küszási szög növelésekor a saroknyomaték intenzíven csökken, majd nagyobb szögeknél előjelet vált. Az itt említett és felhasznált Üzemeltetési adatokat kis sebességen, speciális berendezéseken mozgó sík támaszfelületnél kapták, melynek pontos leírása az [1] munkában található.

## 2. A kerék fékezésekor keletkező erők

A kerék fékezési nyomaték hatása közbeni viselkedése több dologban hasonló az oldalirányú küszás közbeni gördüléshez. Mindkét esetben az erők keletkezésének természetét, a támasz felülethez képest a kerék merevsége és surlódása határozta meg.



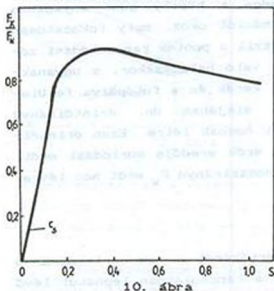
9. ábra

A fékezés nélküli gördülés szögsebessége  $\omega_0$ , amely a fékező nyomaték kapcsolásakor csökkent  $\omega_1$  értéket vesz fel. A fékezési nyomaték növekedésekor növekszik az  $\omega_0 - \omega_1$  különbsége.

Mennyiségi érzékelésére bevezették az:

$$S = \frac{\omega - \omega_0}{\omega_0} \quad (1)$$

viszonyszámot, amit viszonylagos átfordulásnak neveznek. A fékezés következtében a kerék és a felszállópálya felületé-



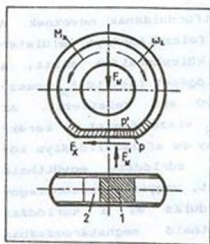
10. ábra

nek kölcsönhatása miatt, a repülőgépet lassító  $F_x$  hosszirányú erő keletkezik. Az  $F_x/F_N$  viszony mint a kerék-köpeny és afelszállópálya közötti súrlódási együttható ismert, vagyis a viszonylagos átfordulás és a súrlódási együttható meghatározásában mintegy hasonlóság húzódik az oldalirányú erő  $c_{zk}$  együtthatója és a küszási szög értelmében. Egy jellegzetes összefüggése a repülőgép kerekek  $F_x/F_N$  az  $S$ -től száraz repülőtéri felület esetén [5], a 10. ábrán látható, ahol  $S = 0$  a kerék szabad gördülésének, az  $S = 1$  pedig a kerékblokkolásnak felel meg. A görbe dőlése  $S = 0$  nál a kerékbálon hosszirányú merevséget határozza meg, melyet  $c_s$ -el jelölnék. Ettől a merevségtől függ az erő növekedése a görbe kezdetén. A kísérleti eredményekből tapasztalták, hogy a nagy hosszirányú merevséggel rendelkező ballonok növelik a hosszirányú  $F_x$  erőt és nagyobb kopási ellenállással rendelkezik a fékezés közben.

A fékezés fizikai magyarázata a kerék deformációs képével mutatható be. (11. ábra). A  $p$  pont a köpeny külső részén található, a  $p'$  pont pedig belül a vázon van. A kapcsolási zónával való találkozás előtt mindkét pont külső feszültségtől mentes és egymáshoz képesti helyzetük változatlan, azaz



egy vonalban vannak. A p pont a támasztási felülettel történő érintkezés után  $v_x$  sebességgel, míg a p' pont a fékezés



11. ábra

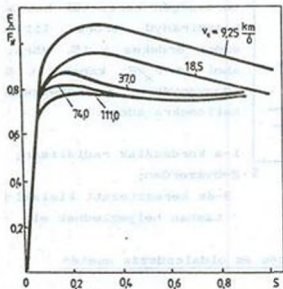
A fékezési nyomaték kis értékénél a max. érintőirányú feszültség (nyíró feszültség) a kapcsolatban leghátul lévő pontban kisebb értékű a rendelkezésre álló súrlódásnál, ami a jelentős csúszás hiányát és az  $F_x/F_N$  az  $S$ -től való lineáris kapcsolatát feltételezi. Nagy fékezési nyomaték esetén a nyírófeszültség meghaladja a rendelkezésre álló súrlódást, aminek következtében a csúszás megnövekszik. A fékezési nyomaték növelésekor a csúszási terület szélesedik, előre halad s végül az egész kapcsolódási zónát felöleli. Ebben a helyzetben a "teljes csúszás" a meghatározó.

A fent említett fékezési folyamat a ballon merevségének és a súrlódás közötti szoros kölcsönhatásnak az eredménye, mely függvénye több tényezőnek kezdve a repülőter felületének geometriai sajátosságától egészen a futókerékben alkalmazott kord anyag típusáig.

Fékezéskor a kerék súrlódásra legnagyobb hatással a mozgás sebessége és a pálya szennyezettsége van. A gumi



súrlódásának a csúszássebességtől való függése miatt a száraz pályán történő gördülési sebesség növekedésekor a kerék fékező hatása hirtelen lecsökken. A 12. ábrán a súrlódási



12. ábra

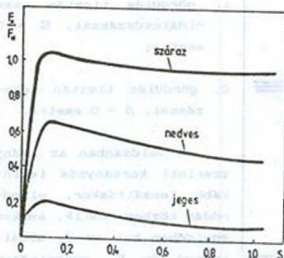
-  $A_s$  kísérleti uton megállapított együttható.

tényezők görbéi a viszonylagos elfordulásnak és a  $v_x = 9.25, 18.50, 37.00$  km/h sebességnek a függvényében láthatók, [7].

A [2] munkában egyszerű lineáris összefüggést találhatunk a kerék súrlódási együtthatójára fékezéskor, a csúszási sebesség  $v_s$  függvényében (az egész érintkezési felület kúszásakor).

$$\mu = \mu_0 (1 - A_s v_s) \quad (2)$$

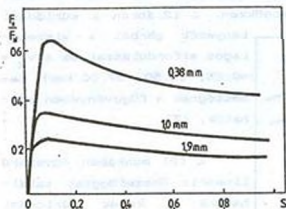
ahol: -  $v_s = S v_x$ ;



13. ábra

A repülőtérfelületének szennyezettsége a kerék fékezésének jellegére [5] a 13. ábrán látható, ahol  $F_x/F_N$  az  $S$  függvényében adott: 1.-száraz; 2.-nedves; 3.-jeges felszállópálya esetére. A 13. ábra 2 görbéje nedves felszállópályára vonatkozik mely meghatározott vízmagasságnak felel meg. A vízréteg vastagságának hatása az  $F_x/F_N$

összefüggésre az  $S$  függvényében [7] a 14. ábrán látható, 0.38, 1.00, 1.90 mm -es vízrétegnél.



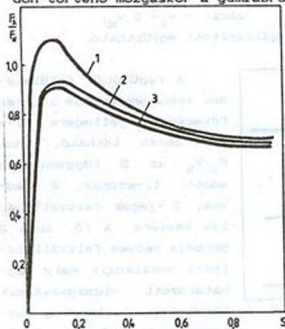
14. ábra

A ballon szerkezete a merevségén keresztül hat a hosszirányú erőre [11], ezért érdekes a 15. ábra, ahol az  $F_x/F_N$  kapcsolat  $S$  függvényében a következő ballonokra adott:

- 1-a kordszálak radiálisan;
- 2-övszerden;
- 3-és kereszttezett kialakításban helyezkednek el.

### 3. Keréggördülés fékezés és oldalcsúszás esetén

A repülőgép kormányzásának kinetikai feladataiban, főleg történő mozgáskor a gumiabroncsra ható erőket két speciális esetre határozzák meg:



15. ábra

- 1. gördülés tisztán csak oldalcsúszással,  $S = 0$  esetre;
- 2. gördülés tisztán fékezéssel,  $\beta = 0$  esetre.

A valóságban az irány szerinti kormányzás leginkább leszálláskor, elsodródás közben romlik, amikor egyidőben hat az  $F_z$  oldalirányú és  $F_x$  hosszirányú erő. A fékezés és az oldal-



része bekerül az érintkezési zónába, a súrlódási erő hatása alá kerül s a földhöz képest nyugalomban marad. A kapcsolódási felületen történő mozgás mértékében az adott rész a fékezés következtében úgy hossz-, mint keresztirányban az oldalirányú küszás miatt csúszni kezd. Mindez a  $\sigma_x$ ,  $\sigma_z$  illetve ezek eredőjét  $\sigma_R$  feszültségeket hozza létre. Ezeknek a feszültségeknek az értéke függ az  $S$ -től, a  $\beta$ -tól és a ballon merevségétől (mindkét irányban értendő). Addig, míg a  $\sigma_R$  nem haladja túl a  $\mu \cdot p$  rendelkezésre álló súrlódást, jelentősebb "siklás" nem keletkezik, azonban ezen határ felett a csúszás bekövetkezik. Az oldalirányú  $F_z$  és hosszirányú  $F_x$  erők értékei az érintkezési felületen  $\sigma_R$  feszültség megfelelő összetevőinek integrálásával határozható meg.

Az oldal- és hosszirányú erők a viszonylagos csúszás és a küszási szög függvényében történő pontos bemutatása a [2]-es munkában található. A következőkben bemutatom ezek végleges egyenleteit:

$$\frac{F_x}{F_N} = \frac{\bar{S}}{\bar{S}_R} \cdot \frac{F_R}{F_N} \quad (6)$$

$$\frac{F_z}{F_N} = \frac{\bar{\beta}}{\bar{S}_R} \cdot \frac{F_R}{F_N} \quad (7)$$

ahol:

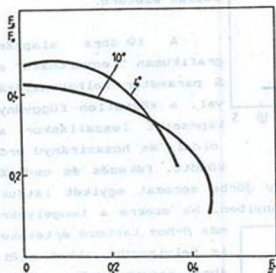
$$\bar{S} = \frac{C_S S}{\mu F_N (1-S)} \quad (8)$$

$$\bar{\beta} = \frac{C_\beta \operatorname{tg} \beta}{\mu F (1-S)} \quad (9)$$

$$\bar{S}_R = (\bar{S}^2 + \beta^2)^{0.5} \quad (10)$$

$$F_R = \begin{cases} \mu F_N \bar{S}_R, & \bar{S}_R \leq 0.5 \\ \mu F_N \left(1 - \frac{1}{4\bar{S}_R}\right), & \bar{S}_R > 0.5. \end{cases} \quad (11)$$

A fenti egyenletek alapján alakították ki a 18. ábrát,



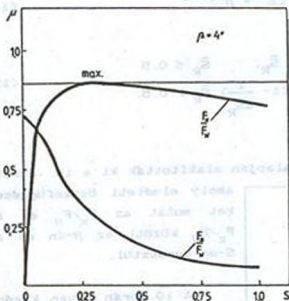
18. ábra

amely elméleti összefüggéseket mutat az  $F_x/F_N$  és az  $F_z/F_N$  között az  $\beta$ -án és az  $S$ -en keresztül.

A 19. ábrán olyan kísérleti adatok szerepelnek [2], melyek megmutatják az oldal- és hosszirányú erők kölcsönös összefüggését. A "0" hosszirányú viszonylagos átfordulásakor a balonra oldalirányú erő hat, melynek nagysága a  $\beta$  szöggel arányos. Ilyen megközelítésben az oldalirányú

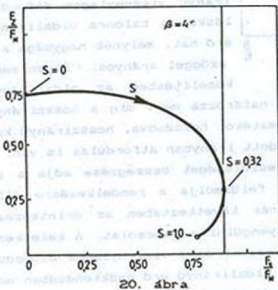
küszömozgást a  $\beta$  nagysága határozza meg, míg a hosszirányú küszás nulla. Fékezési nyomatókat hozzáadva, hosszirányú küszás is fellép, mivel az adott irányban átfordulás is van. A hossz- és keresztirányú feszültségek összegzése adja a  $\sigma_R$  eredő feszültséget, amely felülmúlja a rendelkezésre álló súrlódás határértékét. Ennek következtében az érintkezési zóna hátsó részében kezd gyengülni a kapcsolat. A keletkező csúszás miatt csökken a keresztirányú viszonylagos elmozdulás deformációja, amely az oldalirányú erő csökkenésében mutatkozik meg. További fékezés közbeni hosszirányú siklás nö-

velése ahhoz vezet, hogy egyre nagyobb zóna vesz részt a csúszásban, ami az oldalirányú erő nagyságának csökkenésével



19. ábra

mellett. A 20. ábrán [2] egy görbe sorozat egyikét látjuk,  $4^\circ$ -os kuszási szögnél. Amennyiben, ha ezekre a tengelyekre



20. ábra

jár együtt! A 10. ábrán a súrlódási együttható változása látható a ballon és a felszállópálya között, adott oldalirányú erő együtthatója  $F_z/F_N$  a viszonylagos átfordulás  $S$  függvényében adott  $\beta = 4^\circ$  kuszás esetére.

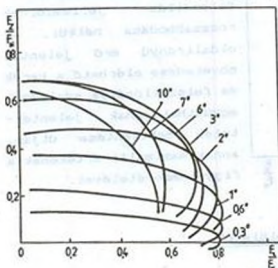
A 10. ábra alapján, grafikusán "legyártható" az  $S$  paraméter felhasználásával, a közvetlen függvénykapcsolat leszálláskor az oldal- és hosszirányú erők között, fékezés és csúszás között. A 21. ábrán [2] egy görbe sorozat egyikét látjuk,  $4^\circ$ -os kuszási szög mellett. Amennyiben, ha ezekre a tengelyekre más  $\beta$ -hoz tartozó értékeket is felvisszük, akkor a 21. ábrát kapjuk, mely megfelelően jó összefüggést ad 4 alapvető mennyiség  $F_x$ ,  $F_z$ ,  $\beta$  és  $S$  között.

A 21. ábra burkológörbét a 22. ábrán láthatjuk, melyet egyes irodalmak ún. határkapcsolatnak neveznek (1. görbe). Mindez felöleli az összes elméletileg lehetséges, a repülőgép irány szerinti kormányzásakor a

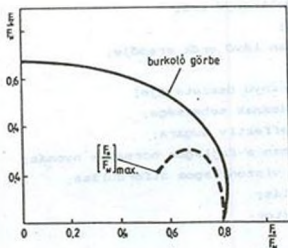


rendelkezésre álló oldal- és hosszirányú erők közötti összefüggést.

A gyakorlatban a kapcsolódási határ jelentősen szűkül, mivel a modern blokkolásgátlók fékezéskor megvalósítják a



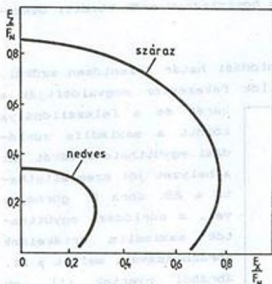
21. ábra



22. ábra

kerék és a felszállópálya között a maximális súrlódási együttható értékét. Ez a helyzet jól szemléltethető a 22. ábra 2. görbéjével, a súrlódási együtthatók maximális értékeinek ábrázolásával, melyet a 21. ábrából nyertek ill. az  $F_x/F_N$ - $S$  kapcsolat vízszintes érintőjének felhasználásával kapnak, (lásd 19. ábra). A 22. ábra bemutatja,

hogy az olyan esetekben mikor a kerék súrlódása maximális a felszállópályával, a rendelkezésre álló oldalirányú erő értékének csökkenéséhez vezet. Ez az érték azonban még bőven megfelel a repülőgép normál körülmények közötti irány szerinti kormányzásának. A 23. ábrán látható, hogy nedves felszállópályán a kerék pályával való határkapcsolata hirtelen lecsökken (10), amely az útirányú kormányzás elvesztéséhez vezethet.



23. ábra

Következésképpen, fontos hogy az oldal- és hosszirányú erők legoptimálisabb kapcsolatát ismerjük. A 21. ábrán látható, a felszállás jellemzőinek rosszabbodása nélkül, az oldalirányú erő jelentős növekedése elérhető a kerék és felszállópálya súrlódási együtthatójának jelentéktelen csökkentése útján, annak maximális értékének a figyelembevételével.

#### 4. Jelölések

- $C_s$  - hosszirányú merevség;
- $C_\beta$  - a ballon oldalirányú merevsége;
- $F_x$  - a ballonra ható hosszirányú erő;
- $F_z$  - a ballonra ható oldalirányú erő;
- $F_N$  - a radiális terhelés;
- $F_R$  - az érintkezési síkban lévő erők eredője;
- $M_z$  - fékezési nyomaték;
- $v_x$  - kerék mozgás hosszirányú összetevője;
- $v_s$  - keréklenyomat csúszásának sebessége;
- $R_1$  - kerék gördülésének effektív sugara;
- $p$  - az érintkezési zónában a fajlagos normális nyomás;
- $S$  - a kerék hosszirányú viszonylagos átfordulása;
- $\bar{S}$  - átszámított átfordulás;
- $\vec{S}_R$  - eredő átfordulás vektor;
- $\beta$  - kúszási szög;
- $\bar{\beta}$  - viszonylagos kúszási szög;
- $\omega_0$  - fékezetlen kerék gördülési szögsebessége;
- $\omega_1$  - fékezett kerék gördülési szögsebessége;

$\delta$  - föld függőleges reakciójának elmozdulása;

$\mu$  - súrlódási együttható;

$\sigma_x$  - kúszás kapcsoló feszültsége x irányban;

$\sigma_y$  - kúszás kapcsoló feszültsége y irányban;

$\sigma_R$  - kúszás eredő feszültsége.

#### FELHASZNALT IRODALOM

1. Brewer H.K. Cornering Properties of Aircraft Tires, to be presented at the ASTM Tire Symposium, Akron, Ohio, Nov. 13, 1984.
2. Dughoff H. Tire performance characteristics affecting vehicle response to steering and braking control inputs. Highway Safety Research Institute, Ann Arbor, Michigan, 1979.
3. Holmes K.E. and R.D.Stone Tire forces as functions of cornering and braking slip on wet road surfaces. Symposium on handling of vehicles under emergency conditions, Inst. Mech. Eng., Jan., 8, 1979.
4. Livingston D.I. and J.E.Brown Jr., Physics of the slipping wheel. II. slip under both tractive and lateral forces, Jr. Rubber chemistry and tech.
5. McCarty J.L. Results from recent studies of tire braking performance, ASMT Tire traction symposium, Lanham, Maryland, 1982.
6. Goodenow G.L. Tire road friction measuring system - a second generation, SAE Paper No. 880137, 1978.
7. Harned J.L. Measurement of tire brake force characteristics as related to wheel slip control system design, SAE Paper No. 890214, 1978.
8. Byrdsong T.A. Investigation of the effect of Wheel braking on side force capability of a pneumatic tire, NASA TN D-4802, 1978.
9. Beauregard C. and R.G.McNall, Tire cornering traction test methods, SAE Paper No. 730147, 1983.
10. Martin J.F. Force and moment characteristics of passenger car tires, Calpsan Corp. Report No. YD-3160-K-1, 1983.
11. Bird K.D. Private communication, June 26, 1984.

Dr. Pokorádi László mk. százados, főiskolai docens

ÜZEMI PARAMÉTERELTÉRÉSEK HATÁSAINAK VIZSGÁLATA A  
REPÜLŐGÉP PNEUMATIKUS RENDSZER MATEMATIKAI MODELLJÉNEK  
FELHASZNÁLÁSÁVAL

a szerző

PERIODICA POLYTECHNICA<sup>1</sup> Proceedings of the 1<sup>st</sup> Mini  
Conference on Vehicle System Dynamics and Identification  
tematikus kiadványban megjelent

STUDY OF INFLUENCES OF DEVIATIONS IN OPERATIONAL  
PARAMETERS BY USING A MATHEMATICAL MODEL  
OF THE AIRPLANE PNEUMATIC SYSTEM

című cikkének magyar nyelvű változata.

Az előadás bemutatja miként lehet a repülőgép pneumatikus rendszer matematikai modelljét felhasználva megvizsgálni az üzemi paraméter eltérések hatását.

A repülőgép Üzemeltetése során rendszereit különféle, az Üzemeltetési körülményektől függő, egymással bonyolult kölcsönhatásban lévő és egyszerűen nem meghatározó véletlen hatások érik. Ezek hatására a repülőtechnika műszaki állapota folyamatosan és halmozottan változik. A műszaki állapot az Üzemeltetés során általában negatív, míg javítás, karbantartás alkalmával pozitív irányba változik.

Az említett változások nagyságát, a rendszer műszaki állapotát az úgynevezett belső paraméterek változásával tudjuk azonosítani. Ezen belső jellemzőket azonban a gyakorlatban vagy nem, vagy csak nagy költségráfordítással tudjuk közvetlenül meghatározni. Ezért a rendszer működésére, illetve a

1

A Budapesti Műszaki Egyetem idegen nyelvű tudományos folyóirata.

helyettük mért, velük kapcsolatban lévő, mérhető úgynevezett külső üzemi jellemzőkre gyakorolt hatásukat sem tudjuk méréssekkel pontosan meghatározni.

A repülőgépek gyártásakor a rendszerek részegységeinek, illetve alkatrészeinek műszaki jellemzői meghatározott értékű, empirikusan megállapítható eloszlású szóráson belül találhatóak. Természetesen, ha a rendszereket a gyártás során más-más jellemzőkkel rendelkező részegységekből állítjuk össze, maguk a rendszerek is különféle műszaki paraméterekkel fognak rendelkezni. A tervezés folyamán meg kell vizsgálni a rendszer, valamint a részegységek jellemzőinek töréserőértékeit. Ha rendszer és az alkatrészek jellemzőinek töréshatárait nem hangoljuk össze, lehetséges, hogy a törésen belüli értékekkel bíró berendezésekből egy nem megfelelő paraméterekkel rendelkező rendszert építünk össze.

A fentiekből két feladat következik:

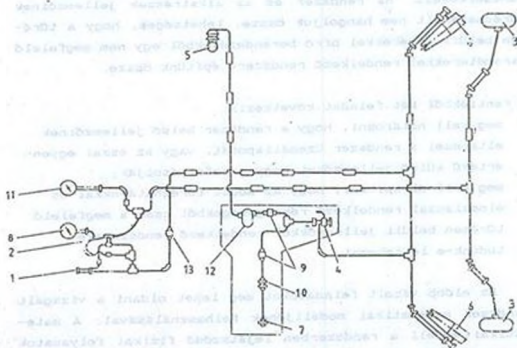
- meg kell határozni, hogy a rendszer belső jellemzőinek eltérései a rendszer üzemi állapotát, vagy az ezzel egyenértékű külső jellemzőket hogyan befolyásolják;
- meg kell állapítani, hogy az adott töréshatárokkal és eloszlással rendelkező részegységekből csak a megfelelő törésen belüli jellemzőkkel rendelkező rendszereket tudunk-e létrehozni.

Ez előbb vázolt feladatokat meg lehet oldani a vizsgált rendszer matematikai modelljének felhasználásával. A matematikai modell a rendszerben lejátszódó fizikai folyamatok egyenletekkel való leírását, és az egyenletek megoldását jelenti.

A pneumatikus rendszerek feladata a vezérelt berendezések kívánt mértékű és sebességű működtetéséhez szükséges energia biztosítása, valamint a működtetés végrehajtása.



A levegő rendszer előnyét jelenti az, hogy a munkaközeget nem kell visszavezetni, a nem tökéletes tömítésekől származó szivárgási veszteségek könnyen pótolhatók. A fedélzeti sűrítettlevegő tartályok felhasználhatók tábori üzemeltetés esetén is. Hátrányát képezi, hogy nem biztosítható a munkadugattyú szabályozott sebesség elmozdulása, illetve tetszőleges helyen való rögzítése, mivel a közeg összenyomhatósága következtében a terheléstől függ annak elmozdulási sebessége. Általában pneumatikus fékrendszereket alkalmaznak, illetve a dugattyús motorral rendelkező repülőgépek indító rendszeréhez, a vész futómozgató rendszerhez használnak sűrített levegőt.



1. ábra Levegőrendszer

1 - nyomáscsökkentő szelep; 2 - redukciós gyorsító; 3 - fékmunkahengerek; 4 - nyomásautomata; 5 - légsűrítő; 6 - tartályok; 7 - földi csatlakozó; 8 - nyomásmérő; 9 - egyirányú szelep; 10 - levegőszűrő; 11 - nyomásmérő; 12 - Ulepítőszűrő; 13 - levegőszűrő.



A matematikai modell felállítását a rendszer funkcionális egységekre történő felbontásával kell kezdeni. Ekkor a rendszer mindegyik részegységét megvizsgáljuk a rendszerben elfoglalt helye, a rendszerben játszott szerepe alapján. Az 1. ábra a vizsgált rendszer elvi rajzát mutatja.

Az így kapott önálló egységeket külön-külön vizsgálat alá kell venni. Meg kell határozni a be-, illetve kimenő jellemzőket. Majd feltárni a közöttük lévő kapcsolatot és azt leírni matematikailag. Pneumatikus rendszerek esetén ezen egyenletek alapvetően a szabályozást, vezérlést végző berendezések elemeire ható erők vagy nyomatékok egyensúlyát, illetve a tárolóelemek esetén az anyagmegmaradás elvét leíró egyenletek lesznek. Az így kapott egyenletrendszer nem lesz lineáris, ezért - a későbbi felhasználhatóság érdekében - az egyenleteket linearizálni kell. Jelen esetben célszerű a logaritmikus linearizálást választani.

A változókat ezután szétválasztjuk (óx) független-, illetve (óy) függő változókra. Ennek alapján rendezzük át az egyenletrendszert - melynek lineáris volta miatt - röviden az alábbi formában írható le:

$$\underline{A} \, \delta x = \underline{B} \, \delta y \quad (1)$$

Ez az egyenlet a rendszer lineáris modellje, ahol  $\underline{A}$  és  $\underline{B}$  a független és a függő változók együtthatómátrixai,  $\delta x$ , illetve  $\delta y$  pedig a független és a függő változók relativ változásainak vektora. Átrendezve a mátrixegyenletet:

$$\delta y = \underline{B}^{-1} \underline{A} \, \delta x = \underline{D} \, \delta x \quad (2)$$

ahol:

$\underline{B}^{-1} \underline{A} = \underline{D}$  - a rendszer hibaegyüttható vagy diagnosztikai mátrixa.

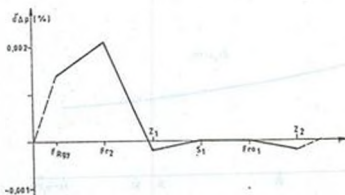
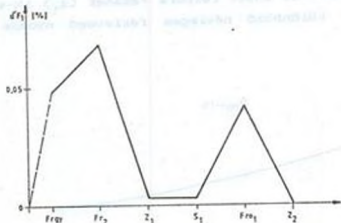
Az előbb leírt módon felállított hibaegyütthető mátrix többek között felhasználható a rendszer érzékenység vizsgálatának elvégzésére. Ezen vizsgálat lényege, hogy a független változók értékeinek megváltoztatásával szimuláljuk az adott részegység meghibásodását, üzemi elhasználódását, vagy a gyártási eltéréseket. A (2) egyenlet alapján meghatározható, hogy miként fog változni a függő változók vektora, azaz a szimulált változásokra mennyire érzékenyek az adott függő változók.

Ha egyszerre csak egy független változó értékét változtatjuk, egyparaméteres, ha egyszerre több értéket változtatunk, többparaméteres érzékenység vizsgálatról beszélünk. Az így kapott eredményeket mátrixba rendezve megkapjuk a rendszer érzékenységi mátrixát. Mivel az eredeti egyenletrendszer nem lineáris, a mátrixokat csak a munkapont vagy annak közelében lehet jó pontossággal használni.

A fenti módon megkapott egyparaméteres érzékenységi mátrix alapján a 2. ábrán mutatom be, hogy az egyik fékpofa fékereje ( $F_1$ ), illetve a féklevegő rendszer levegő fogyasztása ( $\Delta p$ ) hogyan változik néhány belső jellemző 1%-s csökkenése esetén, ha a féklevegő nyomása eléri a maximális névleges (31 bar) értéket.

A 2. ábra görbéin jól látható, hogy a fékerő nagysága, illetve a rendszer levegőfogyasztására legjelentősebben a vezérlő berendezések alkatrészeinek üzemi ( $F_{rgy} ; F_{r2}$ ) jellemzői vannak hatással. Bár az ábrából nem tűnik ki, de a vizsgált fékpofa fékerejére hatást gyakorol egy másik fékpofa fékrésének eltérése. Ez az érték 1%-s fékrés csökkenés esetén  $-0 \cdot 10^{-6} \%$ . Végül ezen görbéből leolvasható információ az is, hogy a vizsgált rendszer nagyon érzéketlen az üzemeltetési jellemzők eltéréseire. Ez az üzemeltetés szempontjából jó, mivel az üzemeltetés során a belső jellemzők nagy eltérései engedhetők meg, azaz hosszabb javítás, karbantar-

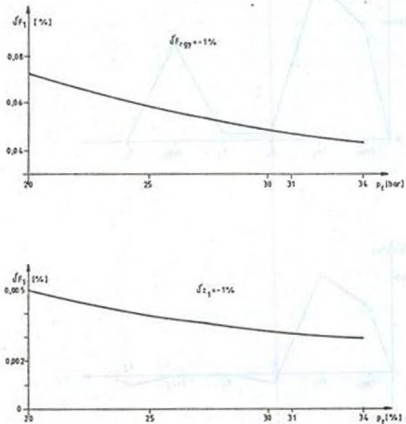
tás közti üzemi időt lehet meghatározni.



2. ábra

A diagnosztikai mátrix felállítható természetesen több, állandósult fékezési állapotban is. Munkám során több munkaponthoz tartozó egyparaméteres érzékenységi vizsgálatot végeztem. A munkapontokat a nyomáscsökkentő rugó előfeszítési erejével ( $F_{r1}$ ), illetve a - névleges belső paraméter esetén - hozzátartozó féklevégő nyomással ( $p_f$ ) határoztam meg.

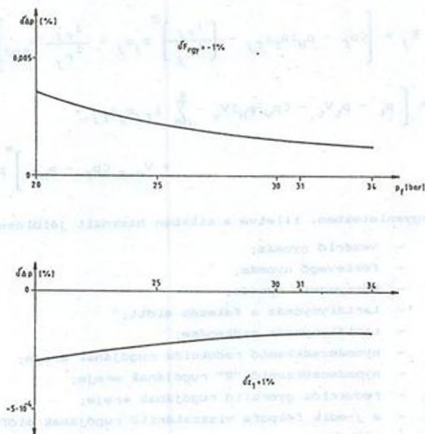
A 3. és 4. ábrán a korábban szemléltetett jellemzők változását ábrázolom a redukciós gyorsító rugójának ( $F_{rggy}$ ) ereje, valamint az adott fékpofa részének ( $z_1$ ) 1%-s csökkenése esetén különböző névleges féklevegő nyomás értékek esetén.



3. ábra

Mind a négy görbéből jól látható, hogy a névleges üzemi tartományban (31-34 bar) a rendszer jóval kisebb érzékenységgel bír, mint attól eltérő munkapontokon. Az érzékenység pedig az eltérés növekedésével együtt nő, de ekkor is viszonylag kicsi értékű marad.

A matematikai modell felhasználható a rendszer műszaki állapotának pontos megállapítására, a rendszer paramétereinek identifikációjára is. Ezen feladat megoldásában jelenleg az adatok gyűjtésével foglalkozom, így még közlésre érdemes eredménnyel nem rendelkezem<sup>2</sup>.



4. ábra

2

A cikk a címben szereplő konferencián 1988 novemberében tartott előadás anyaga. Az előadás megtartása óta a fenti kérdést a szerző megoldotta, melyről ezen folyóirat 1990/4 számában be is számolt.

A vizsgált rendszer matematikai modellje:

$$P_V = \frac{F_{r1} - F_{r2} + A_d P_H - A_k (P_t - \Delta p)}{A_d} \quad (3)$$

$$P_f = \frac{P_V A_1 - P_H A_2 - F_{rgy}}{A_3} \quad (4)$$

$$F_j = \left[ (P_f - P_H) A_{r1j} - \left( \frac{i_{rj}}{i_{rj}} \right)^2 z_j s_j - \frac{i_{rj}}{i_{rj}} F_{roj} \right] \mu_j \quad (5)$$

$$\Delta p = \left[ P_t - P_t V_t - (P_V - P_H) V_V - \sum_{j=1}^4 i_{rj} z_j A_{rj} + V_{cs\sigma} (P_f - P_H) \right]^x P_t^{1-x} V_t^x \quad (6)$$

Az egyenletekben, illetve a cikkben használt jelölések:

- $P_V$  - vezérlő nyomás;
- $P_f$  - fékvevő nyomás;
- $P_H$  - környezeti nyomás;
- $P_t$  - tartálynyomás a fékezés előtt;
- $\Delta p$  - tartálynyomás csökkenése;
- $F_{r1}$  - nyomáscsökkentő redukciós rugójának ereje;
- $F_{r2}$  - nyomáscsökkentő "2" rugójának ereje;
- $F_{rgy}$  - redukciós gyorsító rugójának ereje;
- $F_{roj}$  - a  $j$ -edik fékpofa visszatérítő rugójának előfeszítése;
- $s_j$  - a  $j$ -edik fékpofa visszatérítő rugójának merevsége;
- $A_d$  - nyomáscsökkentő dugattyú felülete;
- $A_k$  - nyomáscsökkentő kis beeresztő szelepnék felülete;
- $A_j$  - redukciós gyorsító  $j$ -edik dugattyú felülete;
- $z_j$  - a  $j$ -edik fékpofa rése;
- $i_{rj}$  - a  $j$ -edik fékpofa "dugattyú-fékpofa" áttétele;
- $i_{rj}$  - a  $j$ -edik fékpofa "dugattyú-rugó" áttétele;
- $\mu_j$  - a  $j$ -edik fékpofa súrlódási tényezője;



- $V_L$  - a tartály térfogata;  
 $V_V$  - vezérlőnyomású rendszer rész térfogata;  
 $V_{cső}$  - csővezeték térfogata;  
 $x$  - a levegő adiabatikus kitevője.

#### Felhasznált irodalom

- 1 — Szűcs Ervin: Hasonlóság és modell. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.
- 2 — dr. Szabó Imre: Gépészeti rendszertechnika. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.

Dr. Eszényi József alezredes  
HM Önálló Kulturális és Nevelődési Osztály  
főmunkatársa

A PROFESSZIONÁLIS HADSEREG MEGVALÓSÍTHATÓSÁGÁT  
BEFOLYÁSOLÓ Néhány tényező állapota Magyarországon  
(vázlatos áttekintés)

E rövid alapvetés csak a professzionális hadsereggel szorosan összefüggő, szociológiailag fontos néhány tényező felvázolására szorítkozhat. Így véleményünk szerint igen lényeges a potenciális rekrutációs bázis (a mai magyar ifjúság) állapota, a társadalom vélekedése a honvédelem - hadsereg fontosságáról és végül a profi katonáskodás támogatottsága a hadsereg berkein belül.

Az elemzés során zömmel az MH ZMKA Szociológia Tanszék által végzett kutatások adatbázisát használtuk fel, s ezek forrását külön nem jelöljük, míg az egyéb adatokra a "jegyzetekben" hivatkozunk.

I. A magyar ifjúság szociológiai jellemzői

1./ Az ifjúság sajátos társadalmi-foglalkozási szerkezettel rendelkezik, amelyre jellemző a tanulói létformában élők növekvő aránya (felnőttéválás kitolódása: akceleráció).

A behívási korhatár 18 évre való leszállítása - akkor, amikor a felnőttéválás kitolódott - nem volt kellően átgondolt lépés a hadsereg szempontjából. Egyre több önállótlan, élettapasztalatokkal nem rendelkező, "nyámnyila" fiatal vonul be a hadseregbe, mely véleményünk szerint a "profiközkatona" nem volna szerencsés.

A SORÁLLOMÁNY ÉLETKOR SZERINTI ÖSSZETÉTELE<sup>1</sup>

	1980 %	1985 %	1990 %
18-20 éves	5,5	15,7	41,4
21 éves	4,5	23,1	33,6
22-23 éves	57,4	49,1	22,3
23 évesnél idősebb	32,6	12,1	2,7
Összesen	100	100	100

2. / Fontos megkülönböztető vonás a képzettségi, iskolázottsági szerkezet. A fiatal nemzedék jóval magasabb általános és szakmai képzettséget birtokol, mint a társadalom egésze (De: az oktatáson keresztül realizálódik az a negatív folyamat, amelynek eredményeként minden évjárat közel 30 %-a szakképzetlenül lép ki a munkaerőpiacra).

A SORÁLLOMÁNY ISKOLAI VÉGZETTSÉG SZERINTI ÖSSZETÉTELE<sup>2</sup>

Megnevezés/év	1985 %	1987 %	1988 %	1989 %	1990 %	1991 %
8 általánosnál kevesebb	2,0	2,2	2,5	1,8	2,0	4,2
8 általános	25,0	25,8	25,7	25,3	30,8	26,1
Szakk munkásképző vagy 1-4 középiskola	44,5	43,6	44,7	47,5	45,0	46,0
Érettségi	26,9	26,6	25,6	24,6	21,4	22,5
Főiskola, egyetem	1,5	1,8	1,5	0,8	0,8	1,2
Összesen:	100	100	100	100	100	100

A hadseregben a "profi" közkatonák számára intézményesen megteremtett továbbképzési, szakmaszerzési lehetőség hozzájárulhatna a rekrutációs gondok leküzdéséhez.

3./ Az ifjúság pályakezdési esélyei erősen romló tendenciájúak. Erre utal az az adat is, mely szerint 1991 végén a regisztrált munkanélüliek 29 %-a 25 év alatti. Figyelembe véve, hogy az 1974-1979. között született relative nagyobb létszámú korosztályok a 90-es évek első felében kb. 150 ezer fővel megemelik a pályakezdők létszámát, a fiatalok aránya a munkanélüliek között növekedni fog. A munkanélüliség egyik "hozadéka" lehet a hadsereg, mint munkahely vonzerójének megnövekedése.

Eletkor Időszak	A regisztrált munkanélülfi fiatalok száma fő <sup>3</sup>			
	16 év alatt	17-20 év között	21-25 év között	25 év alatt összesen
1991. június	605	13760	27246	41701
1991. december	3208	54485	56969	114662
Növekedés (%)	462	396	209	275

Az okok között kell említeni, hogy a régi, elavult képzési rendszer a túltelített szakmákra továbbra is képezte és képzte azokat az embereket, akikre a munkaerőpiacon egyszerűen ma nincsen szükség. Alig konvertálható tudású, speciális és senkinek sem kellő szakmákkal bíró fiatalok százai hagyják el az iskolapadokat. A jólműködő szisztémák pedig még nem alakultak ki. Gyakorlatilag ismeretlen például az a nyugaton már több helyen alkalmazott rendszer, hogy a cégek

saját iskoláikban és műhelyeikben, a saját, jól prognosztizálható igényeikre képezik ki az éppen szükséges számú szakembert.

Ami segíthetne - egy olajozottan működő átképzési rendszer, pályázatokkal, a szükséges pénzzel és jól működő intézményekkel -, mindez egyelőre hiányzik.

4./ A fiatalok jövedelme azonos munka esetén is messze elmarad az idősebbektől, mert a kereset erősebben igazodik az életkorhoz és a munkában töltött időhöz, mint a valóságos teljesítményhez. Emiatt aztán a szegényebb családok számára a továbbtanulási befektetés egyre kevésbé "éri meg" (de kevésbé is képesek rá). A honvédségben jelenleg meglévő kezdő fizetések és egyéb pótlékok jelentős emelésével így növelni lehet a hadseregbe való beáramlást.

5./ Egyre nehezebben tűrik a katonai fegyelmet, mivel a civil szféra állampolgári fegyelme, és a hadsereg fegyelme közötti "olló" mind szélesebbre nyílik, a rohamosan liberalizálódó polgári élet miatt. Ebből következik, hogy "profi" közkatonának csak a sorkatonai szolgálat jó minősítéssel leltöltött jelentkezőket célszerű alkalmazni.

6./ A fiatalok között növekvő mértékben jelen van a hadsereg, a katonai szolgálat szükségességének megkérdőjelezése, elutasítása. Az intézményes honvédelmi nevelés ugyanakkor alacsony hatékonysággal, egyre inkább akadozva működik. A hadsereg presztízsének emeléséhez elengedhetetlen a tudatosan tervezett - szervezett kommunikációs stratégia és a célzott hazafias nevelés mielőbbi megvalósítása.

EGY GALLUP VIZSGÁLAT EREDMÉNYE A HAZASZERETETRŐL<sup>4</sup>

feltétel nélkül harcolna a  
 hazájáért  
 (válaszok megoszlása)

Izrael	89 %
USA	77 %
Chile	74 %
Görögország	70 %
Mexikó	69 %
Törökország	67 %
Dél-Afrika	66 %
Finnország	66 %
Esztország	63 %
Dánia	62 %
Magyarország	54 %
Anglia	49 %
Franciaország	41 %
Olaszország	34 %
Svájc	32 %
Ausztria	17 %

7. / Az alacsony jövedelem és a leépülő állami támogatások miatt az önálló lakáshoz jutás lehetősége ma gyakorlatilag a szülők jövedelmétől és "társadalmi tőkéjétől" (összeköttetés) függ. Ez a tény arra mutat, hogy a profi közkatónak intézményes (és szigorú feltételekhez kötött) lakáshoz juttatása jelentősen elősegítheti a hadsereg kádergondjainak megoldását.



Milyen minőségben lakja otthonát?  
(A bevonulás előtti állapotot jelölje!)

A sorállomány...	1989.	1991.
szüleivel él	79 %	90 %
önálló lakása van	7 %	8 %
albérlő	5 %	1 %

8./ Ma már szinte közhely, s a publikációk sora taglalja, hogy a mai magyar fiatalok ellentmondásosan, illetve féloldalasan szocializáltak és növekvő mértékben érték és identitás zavarral küszködik (elgondolkodtató az az adat, mely szerint 1991-ben a sorállomány közül "ha újra születne" csak 26 % születne szívesen Magyarországon!

9./ A nyolcvanas évek eleje óta megsaporodtak az ifjúság társadalmi beilleszkedési zavaraira utaló jelek, mára a deviáns fiatalok száma olyan mértékű, hogy a probléma a kezelhetetlenség határát súrolja.

FIATALKORU BÜNÖZES HAZÁNKBAN <sup>5</sup>				
	1960	1970	1980	1990
Ismertté vált fiatalok bűnelkövetők (fő)	n.a.	8314	6535	12264
Jogerősen elítélt fiatalok (fő)	3523	4942	4613	5156

Az alkoholizmus és bűnözés előfordulási aránya  
a sorállományiak családjában (1989.)

- nincs alkoholista a családban	41,0 %
- hozzáférhető az alkohol	45,0 %
- van alkoholista a családban	8,3 %
- több is van	2,8 %
- nincs a családban büntetett előéletű	70,1 %

- követett el családtag szabálysértést	15,2 %
- van börtönviselt a családban	9,5 %
- több is van	2,0 %

A zárt katonai közösségekben különösen nagy problémát okozhat a különböző deviáns csoportok reprezentánsainak megjelenése. Egyik oldalról kisebbségiként, a másság markáns megjelenítőjeként a kollektiva peremére szorulva kerülhetnek válságos helyzetbe. Másik oldalról nagyobb problémák előidézőjeként az általuk képviselt értékredek elterjedése még nagyobb feszültségek forrása lehet.

A társadalmi feszültségek növekedéséből adódóan az prognosztizálható, hogy a deviáns jelenségek száma és formája a 90-es években várhatóan növekszik és bővül. A hadsereg mint szervezet (akár professzionális, akár sorkatonaság), valamilyen választ kell, hogy adjon erre. Kizárólag az alegységparancsnokok ennek megoldásáért nem tehető felelőssé, hiszen sem idejük, sem energiájuk nem elegendő. Sajnos a szakértelem hiányát is ide kell sorolni, amelyre a szervezetszerző felkészítés gyógyírt jelenthet.

10./ Romló tendenciát mutat huzamos ideje az ifjúság egészségügyi állapota is (ma a fiatalok között 30 %-os az idült betegek száma).

AZ ISKOLÁSOK KÖZÜL EGÉSZSÉGÜGYI OK MIATT VESZELYEZTETETTEK SZÁMA		
	1979/80.	1989/90.
Általános iskolások	20806 (1,8 %)	31052 (2,6 %)
Gimnáziumi és középiskolai tanulók	8004 (4,0 %)	14128 (5,2 %)
Szakmunkástanulók	3152 (2,3 %)	8220 (4,1 %)

AZ ISKOLAI TESTNEVELÉS ALÓLI FELMENTÉSEK, BESOROLÁSOK <sup>7</sup>		
	1980/81.	1989/90.
<b>Könnyített testnevelés</b>		
Általános iskolások	10222	11154
Gimnáziumi tanulók és szakközépiskolások	4534	6421
Szakközépiskolások	1240	2836
<b>Gyógytestnevelés</b>		
Általános iskolások	9043	11340
Gimnáziumi tanulók és szakközépiskolások	3483	4902
Szakközépiskolások	818	1865
<b>Felmentettek</b>		
Általános iskolások	4608	3722
Gimnáziumi tanulók és szakközépiskolások	2530	3262
Szakközépiskolások	1148	1498

Jelenleg katonai szolgálatra a fiatalok 84-85 %-a alkalmas, a korábbi évek 89-92 %-ával szemben. A nem megfelelő előszűrés következményeként a szolgálat 12 hónapja alatt a FUV-bizottságoknak 3-4 ezer főt kell leszerelni. Ez a tény a sorozóközpontok (újból) felállítását és fejlesztését teszi égetően sürgőssé.

Az egészségügyi okból történt leszerelések megoszlása

(fő)

	1981	1985	1988	1989	1990
szomatikus ok	1625	1965	1815	2086	2392
mentális ok	908	1227	995	1418	1556
mentális ok az összes %-ában	35,3 %	38,4 %	35,4 %	40,5 %	39,4 %

11./ A mai magyar ifjúságnak nincs az érdekeit artikuláló és hatékonyan képviselő szervezete. A létező érdekvédelmi szervezetek egymás mellett, de nem együtt tevékenykedve csekély eredményeket mutathatnak fel.

E vázlatos áttekintésből - úgy véljük - jól érzékelhető a hadsereg jelenlegi (és jövőbeni) rekrutációs "nyersanyagának" rendkívüli heterogenitása, "lassan, de biztosan" romló és komplex helyzete.

## II. A honvédelem (hadsereg) társadalmi megítélésének változásai

Az értékpszociológia egyes reprezentatív felvételeiben helyet kaptak olyan kérdések, melyek az ifjúság és a honvédelem kapcsolatával foglalkoztak. E felmérések Hankiss Elemér vezetésével az MTA Szociológiai Kutató Intézetben folytak 1975 és 1985 között<sup>8</sup>.

A legkorábbi vizsgálatokban (1975-77) feltűnő, hogy a magyar értékrendben milyen előkelő helyet foglalt el a haza biztonsága. A vizsgálatban 36 értékfogalmat kellett fontossági sorrendbe állítani. A magyar minta átlagosan a 5. helyre sorolta "a haza biztonsága" kifejezést. Ezzel szemben az amerikai csak 21-re. Ebben ez az a kifejezés, amely a legnagyobb pozicionális különbséget mutatta a két minta között. A 70-es évek közepén - második felében még javában tetten érhető a NATO fenyegetés propagandájával fenntartott hadsereg-legitimáció. A magyar minta fiataljai az átlagnál is előbbre helyezték a haza biztonságát. Generációs összehasonlításban tehát fontosabbnak tartották, mint az idősebbek.

A nyolcvanas években végzett vizsgálatokban a katonai védelem fontosságát a megkérdezett teljes minta 30 %-a az első négy tényező között említette. Ugyanakkor a fiatal válaszolók csak 15 %-a tette az első négy közé. A katonai védelem fontosságát a teljes minta 35 %-a az utolsó három helyek egyikére tette, ugyanakkor a fiatal választók 70 %-a tette az utolsó három helyek egyikére. Hankiss megjegyzi, hogy "erőteljes váltás van kibontakozóban a posztmaterialista értékek irányába. A teljes minta az ún. materialista értékeket, a fiatalok pedig a posztmaterialista értékeket tartják fontosnak (emberi kapcsolatok, szólásszabadság, stb.)". Amennyiben elfogadjuk, hogy az új generációk mindig új értékeket hoznak a társadalmi tudatba, hogy a régi generációk kifutásával a régi, elavult tudást "leváltják", akkor nyilvánvaló ezen új generációk problematikus viszonya az olyan "hagyományos" képződményekhez, mint a hadsereg, a fegyelem, stb. Mindebből következik, hogy a magyar társadalom és benne a fiatalok viszonya a hadsereghez, egy sokkal általánosabb folyamat részeként változott meg.

Az előzőhöz hasonló következtetésekre ad lehetőséget Csepeliék által a 10-14 éves gyerekek között 1982-ben végzett kutatás is. Ennek markáns eredménye, hogy a gyerekek 2/3-a ellenszenvi attitűddel bír a katonasággal szemben<sup>9</sup>.

Az utóbbi időben a gombamódra szaporodó közvéleménykutatások közül több is vizsgálta a honvédség elismertségét. A következő adatsor jól mutatja a hadsereg legitimitásának változását. Bár a kép ellentmondásos, de az adatokból úgy tűnik, hogy kedvező változás kezdődött a hadsereg szükségességének megítélésében. (Ismerve a közvélemény illékonyaságát, ez a kedvezőnek induló tendencia bármikor megfordulhat!).

	Igen <sup>10</sup> 1990 %	Igen <sup>10</sup> 1991 %	Igen <sup>11</sup> 1992 %
Nem képes megvédeni az országot	39	52	n. a.
Hivatásos sereg legyen	35	60	n. a.
Több pénzt a seregnek	20	35	60
Képes a belső rendet fenntartani	52	45	51
A férfivá érés iskolája	57	52	66

A hadseregbe vetett bizalom

(0-100-ig terjedő skálán)

	pontszám
1989. <sup>12</sup>	50
1990. február <sup>12</sup>	58
1991. február <sup>12</sup>	54
1991. július <sup>13</sup>	48
1991. szeptember <sup>14</sup>	66
1992. január <sup>14</sup>	52
1992. december <sup>15</sup>	51

Az emberek hadseregbe vetett bizalma hullámzó képet mutat (erősen függ a bel- és külpolitikai történésektől is), de összességében csökkenő tendenciájú és a vele együtt "megítélt" intézmények rangsorában az alsó térfélen helyezkedik el.

Az évek óta tartó recesszió és az életszínvonal általános romlásának körülményei közepette, a lakosság a társadalmi problémák<sup>16</sup> és a költségvetési prioritások<sup>17</sup> közötti



rangsorolás esetében is legutolsó helyen kezeli a honvédelem ügyét (még súlyosabb a probléma, ha figyelembe vesszük a délszláv háború és az általában instabil környezetünk stimulumló hatását is!)

A honvédelem - hadsereg és ezzel szoros összefüggésben a katonai pálya társadalmi tekintélyének romlását érzékeli a honvédség ht. állománya is.

"Az elmúlt egy év során Ön szerint mennyire változott...?" (1991. június)

	nőtt %	nem változott %	csökkent %
A hadsereg tekintélye a lakosság körében	3	40	57
A ht. állomány tekintélye a lakosság körében	2	37	61
A katonai pálya vonzása a fiatalok körében	1	17	82

A ZMKA Szociológiai Tanszéke több időpontban mérte a tisztii állomány önpesztizs képét. A következő adatsorok e vizsgálatok eredményeit mutatják.

"Milyen az Ön hivatásának presztizse ma?"

	alacsony %	közepes %	magas %
Főiskolai hallgatók, 1983	9	78	13
Főiskolai hallgatók, 1990	48	48	4
Tisztek, 1983	20	75	5
30 év alatti tisztek, 1988	20	78	2
Tisztek, 1990	59	37	4

Láthatjuk, hogy a hivatásos tisztek (és a leendő tisztek) presztizstudatának alakulása nem tér el jelentősen a társadalom értékeitől. A 80-as évek eleje óta a válság tömege a "közepes" elhelyezkedésből áttevődött a "közepes-alacsony" pozícióba.

A tiszti pálya presztizsének huzamos ideje tartó folyamatos csökkenése jelentős utánpótlási gondokat okoz a honvédségnek. Az egyre gyengébb rekrutációs "minőség" pedig a kívánatos (és célul kitűzött) magasabb színvonalú képzés megvalósulását is gátolja, ami a pálya presztizsének további csökkenését gerjeszti.

### III. A professzionális hadsereggel szembeni attitűdök

A szociológiai kutatások eredményei alapján megállapítható, hogy a hadseregben belül nincs idegenkedés a profi hadsereget illetően. Az adatok szerint a támogatók között kétszerannyian fordulnak elő a honi légvédelemhez tartozók, mint a szárazföldiek. Ennek magyarázata, hogy a légvédelemben inkább van szükség hagyományos értelemben vett szaktudásra (repülőgép, lokátor, rakéta üzemeltetése), s ezért a profizmus bevezetése reményeik szerint jóval nagyobb anyagi és erkölcsi megbecsülést jelenthetne. Korosztályi bontás szerint vizsgálva, az egyetértők között döntően a 30 év alattiakat találjuk, akik vélhetően szintén az alacsony (kezdő) fizetések jelentős emelését várhatnák a profizmustól.

Egyetértés a professzionális hadsereg  
szükségességével

	Egyetért
	%
Tisztikar, 1988. szeptember	40
Ht.állomány, 1990. február	50
ZMKA hallgatók, 1990. február	48
Ht.állomány, 1990. október	52
Ht.állomány, 1991. június	67
<hr/>	
Sorállomány, 1991. február	88

Az adatsor időbeni összevetése jól láthatóan mutatja a támogatottság növekedését, amit véleményünk szerint jól magyaráz a pártok retorikájában s a nyilvánosságban a fogalom folyamatos jelenléte és a honvédség jelenlegi, a hivatásos állomány által jól ismert állapota.

J E G Y Z E T E K

- 1./ Öngyilkosságok a hadseregben  
MH OKAK, 1992. 179. oldal
- 2./ U.o. 180. oldal
- 3./ Figyelő, 1992.04.09. 14. oldal
- 4./ HVG, 1989.09.09. 60. oldal
- 5./ Magyar Statisztikai Zsebkönyvek
- 6./ Népszabadság, 1992.07.04. 18. oldal
- 7./ U.o.
- 8./ Dr.Hankiss Elemér: Értékszociológiai vizsgálatok, 1978-1980-1982; Értékszociológiai Műhely kiadványai, kézirat, MTA Szociológiai Kutató Intézet

- 9./ Szabó Ildikó - Csepeli György: Nemzet és politika a 10-14 éves gyerekek gondolkodásában  
TKKK Bp. 1984. 55. oldal
- 10./ Szecsődy Péter: Vélemények a hadseregről, kézirat 1991.
- 11./ Közvéleménykutatás a HM-ről és az MH-ről (Hill and Knowlton) 1992. december.
- 12./ Szecsődy Péter: Vélemények a hadseregről, kézirat 1991.
- 13./ Népszabadság, 1991.08.17. 1. oldal
- 14./ Magyar Hírlap, 1992.05.23. 8. oldal
- 15./ A HM és az MH képe a társadalomban (Batthyányi Lajos Alapítvány) 1992. december
- 16./ Népszabadság, 1992.04.07. 1. oldal
- 17./ HVG 1991.12.14. 76. oldal

Szilágyi László őrnagy, főiskolai tanársegéd

## A KATONAI FŐISKOLAI HALLGATÓK MŰVELTSÉGTUDATA ES SZABADIDŐ-TEVEKENYSÉGE

### I. A hallgatók műveltségutatójáról

A művelődésszociológiai kutatásokban visszatérő gondolat, hogy egy-egy társadalmi réteg vagy csoport műveltségutatójának megismerése elválaszthatatlan azoknak a kulturális tevékenységeknek a feltárásától, melyek az adott csoportra jellemzőek, s jórészt szokásként élnek. Másrészt az ilyen jellegű vizsgálatok elleni támadásoknak egyik fő érve, hogy empirikusan rendkívül nehéz hozzáférni e tudati jelenségekhez. Nemcsak azért, mert a verbálisan megfogalmazott ítéletek nem közvetlenül utalnak a műveltségutatóra, hanem azért is, mert a műveltségutatókat nehezen tipizálhatók. Azonban a műveltségutató vizsgálatát mégis elkerülhetetlen, ami azzal a következménnyel jár, hogy egy-egy réteg vagy csoport művelődését segítő vagy gátló faktorokból kell elsősorban kiindulni. Csak így válhat a műveltségutató az egzakt kutatás tárgyává. Az ilyen vizsgálat elvégzését a művelődésszociológiai kutatások fejletlensége épp úgy korlátozhatja, mint a "tisztá empiriára" való törekvés, mely az elméleti hipotézisek jelentőségét is sokszor megkérdőjelezheti. Ebben a fejezetben nem is teszek másra kísérletet, mint az empirikus vizsgálat számára elvileg és gyakorlatilag megragadható egyéni műveltségutató csoport- és rétegspecifikus sajátosságainak feltárására.

A hipotézisek megfogalmazása során az egyéni műveltségutatót úgy fogtam fel, mint a nézeteknek, eszméknek azt a széles skáláját és struktúráját, mely az egyén konkrét kulturális ismereteinek meglétéről a kognitív feldolgozásig és alkalmazásig terjed. Ugyanakkor feltételeztem, hogy az egyéni műveltségutató nem követi a társadalomban preferált mű-

veltségképet. Másrészt a tudat társadalmi determináltságának megfelelően a műveltség tudatot nem elsődlegesen tárgyának sajátosságai, hanem a tudat hordozójának, alanyának társadalmi helyzete, illetve ezzel a társadalmi helyzettel adekvát rétegsajátosságok határozzák meg. Az egyéni műveltség tudat tehát egyrészt nem a kultúra általános fogalmából redukálódik, másrészt e tudat az egyén konkrét körülményeitől függ. Bár az egyéni életútnak és életstílusnak sok közös vonása van más hasonló helyzetű személyek élettörténetével, a társadalmi réteghelyzet meghatározó jellege az egyéni eltérések ellenére is érvényesül. Sajátos élethelyzeteiben szerzi meg az egyén ismereteit, s az egyes élettörténeti elemeket pszichikus sajátosságai, diszpozíciói, valamint mindennapi életének és gondolkodásának ökonomikus szükségletei hatják át. Ebben az összefüggésben, az ami kulturálisan adott, nem feltétlenül jelenik meg az egyén gondolkodásában és cselekedeteiben műveltségi elemként. Attól, hogy az egyén ismer egy sor kulturális értéket, irodalmi, művészeti alkotást, mindennapi életét "kulturálisan is megszervezi", még nem következik szükségszerűen, hogy konzisztens műveltség tudattal rendelkezik, hiszen ez az egyéni tudatnak csak viszonylagosan elkülöníthető és önálló része.

Az elkülönítés alapja maga a műveltség, mely többnyire rendkívül heterogén ismereteke tartalmaz. Ebből is adódik, hogy csak kivételesen beszélhetünk konzisztens műveltség tudatról: ugyanazon egyénben is más és más műveltségrétegek léteznek. Nagyon könnyen lehet ellentmondás két réteg látószólag hasonló jellemzői között. Miközben valaki fölöttébb tájékozott akár a természettudományokban, akár a technikában, tájékozatlan vagy csak minimális ismeretekkel rendelkezhet a kultúra más területeiről. Ezek az inkonzisztenciák azonban rétegspecifikus sajátosságokat is mutatnak. Ami az izolált egyéni művelség tudatban összefüggéstelennek látszik, az a tudat egészében, annak sajátos szerkezetében még konzisztens lehet. A műveltség itéletekben nagy szerepe lehet



egy adott referencia-csoport véleménye átvételének is. A csoportvélemény formálódásában az iskolai végzettség, a település jellege is meghatározó. A társadalmi szabályozás sem közvetlenül, hanem a létviszonyokon keresztül gyakorol hatást az egyén műveltségudatára. Ennek következtében a szociológiai vizsgálatok egy-egy részmozzanat elemzésére törekcsenek. Az elterjedt egytényezős magyarázatok kiinduló feltételezése szerint az egyéneknek van valamilyen általános beállítottsága a kultúráról és ez az általános beállítottság dönti el, hogy miként vélekednek a műveltség hasznáról, szerepről.

Az általános beállítottságot azután legfeljebb néhány mutatóval mérük, holott a kultúrával kapcsolatban talán még a szokottnál is kockázatosabb az egydimenziós szemléletmód. Ez az ellentmondás csak úgy oldható fel, ha a műveltségudat összetevőit a kulturális tevékenységek széles kontextusában vizsgáljuk. A vizsgálódásaim során nyilvánvalóvá vált, hogy a kulturálisan releváns magatartást meghatározó tudattartalom közvetlenül nem ragadható meg. Amiket vizsgálni lehet: ítéletek, melyek feltehetőleg szükségletek meglétére is utalnak. A véleményvizsgálatokkal kapcsolatos szükséges fenntartásokat érvényesítve is azt tapasztaltam, hogy a különféle vélemények, ítéletek feltárására kiindulási alapot jelenthet a műveltségudat modellezése. Ugyanakkor az is egyértelművé vált, hogy az egyéni vélemények és ítéletek szerepe kettős jelentőségű, mely a környezetre és a saját magatartásra gyakorolt befolyása alapján értelmezhető. A különféle magatartási minták kialakulása sem csupán a belső diszpozícióktól, hanem a társadalmi-környezeti válaszoktól, vélekedésektől is függ. Ezek alakítják az egyén magatartását, s ha választási lehetőségei szűkölnék, sokszor a környezet vélekedése által kijelölt szerepet kénytelen eljátszani.

Epp így minden nehézség nélkül belátható, hogy a véle-

mények hatása lényegében azokban az ítéletekben is tetten érhető, melyek éppen a műveltség-tudat értelmezését teszik lehetővé. Kérdés lehet, hogy a vélemények magatartás irányító szerepét mennyire tarthatjuk jelentősnek. Az attitűd-cselekvésselőrejelző értéke ugyan vitatható, kétségtelen tény az is, hogy a "kognitív disszonancia elve" értelmében az egyének igyekeznek összhangba hozni cselekvéseiket és kifejezett nézeteiket. Az általános szabály szerint a cselekvéshez igazodik a vélemény. Abban az esetben viszont, ha a vélemény hangzik el és hozzá hosszú ideig nem kapcsolódik cselekvés, feltehető, hogy bizonyos fokig meghatározza a várható cselekvést. Annál is inkább, mert erősen szűkíti az adott helyzet értelmezési lehetőségeit, valamint másokban is olyan elvárásokat alakít ki a cselekvővel szemben, amelyek most már mintegy "kívülről" közvetítik a saját maga által képviselt véleményt. A tudat és a tettek összhangjára való törekvés azonban nem csak tényleges egybeeséssel valósulhat meg, hisz megoldás lehet a tények torzított értelmezése is, vagy épp a stilizálás.

A különböző társadalmi rétegek körében végzett művelődésszociológiai vizsgálatok azt mutatják, hogy megközelítőleg homogén műveltség-tudatról legfeljebb az adott rétegen belül lehet beszélni. Ebből adódóan a műveltség-tudat kialakulásában szerepet játszó tényezőket mindenképpen érdemes társadalmi kontextusban elemezni. Így például megállapítható, hogy az ifjúságon belül is a műveltségképzetek valóságos hierarchiája különböztethető meg aszerint, hogy milyen rétegekhez tartozókról van szó, illetve milyen iskolai végzettségűek.

Első pillantásra ez a megállapítás túlságosan is egyértelmű igazságnak látszik, így tudományos igényű elemzése akár nélkülözhető is volna. De ha abból indulok ki, hogy egy-egy társadalmi réteg műveltség-tudatának megismerése reális alapot jelent a fejlesztés céljainak meghatározásához, a

szociológiai elemzés fontosságát aligha kell különösebben bizonygatni. Különösképpen érvényes ez, ha a műveltségképzetek létrejöttét, kialakulását a kulturális szükségletekkel összefüggésben kell feltárni. Még konkrétan: ha a kulturális szükségletek egyik rétegspecifikus mutatójaként a műveltségtudat különböző formáit vesszük szemügyre. Meg kell azonban jegyezni, hogy mivel a műveltségképzetek empirikus feltárása nagyrésztben a megkérdozettek kijelentésein és nem közvetlen megfigyelésein alapul, a műveltségről kialakított itéletek, vélekedések szűkös köre eleve redukált műveltségtudat modellálását teszi lehetővé. Eppen ezért volt szükséges olyan változók bevonása a vizsgálatba, melyek a szociális-kulturális háttérrel összefüggésben a mögöttes okokra is fényt vetnek. A műveltségre vonatkozó megállapítások értékelése így szükségképpen egy tágabb "mező" figyelembevételét feltételezi. Ez a tágabb "mező" a család, a kortárscsoport, az iskola és a tömegkommunikáció intézményeinek kulturális határendszerével áll szoros kapcsolatban.

Ahhoz, hogy érthető legyen ez a jelentés és funkció, amit a hallgatók a műveltségnek tulajdonítanak, feltételenül számításba kell venni a többi szocializációs ágens szerepét is. Így mindenekelőtt az iskolát, mely mint szocializációs forma felerősítheti, illetve csökkentheti a kulturális egyenlőtlenségeket, illetve az ezekkel összefüggő műveltségképzetek és aspirációk változását. Azonban ennek a vizsgálatra számos nehézséget rejt magában, nevezetesen: nem vagy alig lehetséges folyamatleírások nélkül pontos és megbízható adatokat kapni az iskola hatásmechanizmusáról (lásd: rejtett tanterv).

A másik nehézség abban rejlik, hogy a hallgatók műveltségképzeteinek megismeréséhez életút analíziseket kellett volna végezni, amelyek kisgyermekkorától kezdve követték volna nyomon a feltételezhetően befolyásoló erejű társadalmi

tényezőket. Ehelyett csupán a hallgatókkal készített interjúk adtak bizonyos támpontokat. De ezek is többnyire a család és a kortárs csoportok szerepét világították meg. Ha összességében sikerült használható adatokat nyerni az egyes szocializációs faktorokról az abból következett, hogy a család - iskola - kortárs csoport - tömegkommunikáció intézményei között sikerült a kapcsolódási pontokat kimutatni.

A vizsgálatból egyértelműen kitűnik, hogy a megkérdezettek a műveltséget értékek tartják. A műveltséghez való pozitív beállítottságot gyengíti az a válasz, mely szerint a műveltségnél többet számítanak a társadalmi összeköttetések (lásd: 1. számú táblázat). Itt rögtön felmerül az a kérdés, vajon a hallgatók tudatában megjelenő műveltségtartalom milyen tényezőkből tevődik össze? A válaszadók nem egyértelműen azonosították a műveltséget és a tudást, hanem ehelyett a viselkedéssel, az emberi magatartással hozták összefüggésbe. A műveltség nem egyszerűen a szellemi ismeretek, értékek összességévé jelenik meg. Ezt jelzi a toleranciának, mint a művelt ember kritériumának, igen magas százaléka. Mindemellett az adott válaszokból sem lehet valamiféle "funkcionalista" műveltségtudatra következtetni. Ezt támasztja alá az olvasottságnak, valamint az idegen nyelvek ismeretének, mint műveltségkritériumnak a túlnyomó többség által legfontosabbnak tartott szerepe (lásd: 2. számú táblázat).

A szociális-kulturális háttér mutatóit is bevonva az elemzés szempontjai közé a kép valamelyest differenciáltabbá válik.

A hallgatóknak a műveltség jelentőségére  
vonatkozó kijelentései

1. számú táblázat

Műveltségjelöltek	Telje- sen %	Nagyobb részben igen %	Csak kis rész- ben %	Nagyobb részben nem %	Egyál- talan nem %
A műveltségnek ma nincs jelentősége	2,0	9,0	15,0	21,0	53,0
Az embert nem művelt- sége szerint becstűlik meg	13,0	34,0	34,0	16,0	3,0
A műveltség csak fő- lősleges időöltés	1,0	0,0	3,0	10,0	86,0
Az előbbrejutáshoz mű- veltségre van szükség	22,0	48,0	20,0	9,0	1,0
A műveltségnél többet ér a társadalmi össe- kötetés	11,0	36,0	17,0	21,0	15,0
Nem mindenkinek kell egyformán műveltnak lennie	24,0	29,0	23,0	17,0	7,0
A műveltség megszerzé- sére nincs egyforma esély	42,0	27,0	18,0	8,0	5,0
A művelődés lehetősé- gei csak azok számára adottak, akik akarnak is élni vele	28,0	35,0	12,0	15,0	10,0
Az iskolai végzettség eleve meghatározza a műveltséget	2,0	43,0	26,0	17,0	12,0
A művelődésre a munka- hely nem ösztönöz	5,0	32,0	39,0	17,0	7,0
A közművelődés inkább szólam, mint gyakorlat	18,0	42,0	28,0	11,0	1,0



A hallgatók műveltségképe

2. számú táblázat

Tulajdonság	Teljes mértékben %	Nagyobb részben %	Nem tudja eldönteni %	Nagyobb részben nem %	Nem jellemző %
Olvasottság	52,0	45,0	2,0	1,0	0,0
Rugalmas alkalmazkodás	10,0	52,0	17,0	16,0	5,0
Megértő emberi magatartás	9,0	53,0	16,0	7,0	5,0
Emberi kiegyensúlyozottság	12,0	40,0	26,0	14,0	8,0
Szakmai hozzáértés	37,0	46,0	11,0	5,0	1,0
Megnyerő emberi módor	12,0	49,0	23,0	11,0	5,0
Határozott fellépés	5,0	40,0	30,0	12,0	12,0
Idegen nyelvek ismerete	27,0	57,0	8,0	6,0	2,0
Egyetemi, főiskolai végzettség	22,0	55,0	15,0	4,0	4,0
Vitakészség	36,0	45,0	12,0	4,0	3,0

Kiderül például, hogy azok a hallgatók, akiknek a szülei a társadalmi munkamegosztásban magasabb helyet foglalnak el és kulturális szokásaik is előbbek, műveltségképzeteik eltérést mutatnak, s nagyobb mértékben közelítenek a társadalmilag elfogadott vagy közkezen forgó műveltségképhez. Nyilvánvaló tény, hogy ez a közelítés a műveltség ismertetőjegyeire vonatkozó jellemzők közvetlen ismertségéből fakad. Vagyis a szülők műveltségítélete közvetlen módon befolyásolja a hall-



gatók tudatában megjelenő képet. Az a hallgató, akinek a szülei magasabb társadalmi státusúak, a műveltséget egyszerűen fogja fel gyakorlati és szellemi értéként.

A megkérdezetteknek arra a kérdésre kellett felelni, hogy kit tartanak művelt embernek? Erre a nyitott kérdésre megfogalmazott válasz a legtöbb esetben a szülők társadalmi helyzetével is korrelatív volt. Ugyanis a válaszadó a szűkebb környezetéből olyan példát idézett fel, amely számára megtestesítette a műveltséget. A legtöbb megkérdezett három vagy négy jellemzőt említett, de mivel a válaszok elég differenciáltak voltak, így más és más értelmezési kategóriába sorolhatók. Ha ehhez még műveltségkritériumokat értékelő skála válaszait is hozzáveszem, a tipusalkotás lehetőségei rendelkezésre állnak. Az ötfokú értékskála használata azért volt gyümölcsöző, mert a felsorolt műveltségkritériumok (mint például az olvasottság, rugalmas alkalmazkodás, megértő emberi magatartás) a differenciált megítélést tették lehetővé. A válaszokat sorrendbe szedve az első típusba azok a vélemények kerülnek, melyek az érintkezési formákkal kapcsolatosak, illetve a viselkedés bizonyos jellemzőit - így a toleranciát, rugalmas alkalmazkodást, vitakészséget - juttatják érvényre. A második típusba azon válaszok sora kerül, melyekben döntő pontként szerepel a tudás- és ismeretanyag. Végül pedig az egyetemi, főiskolai végzettséggel összefüggő vélemények említhetők meg. A helyes értékeléshez kétségkívül számításba kell venni, hogy az életmód egészére is hatással levő szocio-ökonomiai és szocio-kulturális háttér végső soron az értékítéletek "vonatkozási keretét" adja meg.

A válaszkategóriák felosztásakor felmerült a kérdés, vajon ezek korrelációt mutatnak-e a különböző típusú közép-fokú iskolai végzettséggel? (Lásd: 3. számú táblázat). Vajon

azok a megkérdezettek, akik esetleg gimnáziumi érettségivel rendelkeznek fontosabbnak tartják-e az iskolai végzettséget vagy sem?

A hallgatók középfokú iskolai végzettsége

3. számú táblázat

A középfokú iskola típusa	A hallgatók végeztek (%)
Gimnázium	35
Szakközépiskola	38
Katonai Kollégium	14
Katonai Szakközépiskola	13

A viszonylag kis mintán végzett felmérés általános érvényű következtetés megfogalmazását nem teszi lehetővé, annyi azonban megköszönhető, hogy a középfokú végzettség színvonalának növekedésével erőteljesebb hangsúlyt kap az ilyen irányú töltet a műveltségképzetekben.

Legalább ennyire elgondolkodtató az is, mennyire befolyásolja a műveltségképzeteket a televízió és a tömegkommunikáció más intézményei? A televízió nagy hatást gyakorol a hallgatók életére, illetve értékítéletükre és magatartásukra. A műveltségképzetekkel összefüggően ez a hatás egyértelműen kimutatható. (Lásd: 4. számú táblázat). A műveltségkritériumként szereplő olvasottságnak megfelelően a szépirodalmi és természettudományi művek olvasása szerepel az első helyen a művelődésben, de ezt követően a televízió van nagy szerepe. A társadalomtudományi művek olvasása a művelődésben ugyanakkor háttérbe szorul, ami némileg magyarázható a főiskola jellegével.

A televízió műsorai közül a szórakoztató filmek és könnyűzene mellett a hallgatók az ismeretterjesztő műsorokat is hasonló arányban nézik. Az ismeretközvetítés így rendszeres befogadásra alapulhat, ebből adódóan befolyásoló hatással van a hallgatók kulturális szükségleteinek formálódására. A szórakozás iránti szükséglet kielégítése mellett a különböző információs szükségleteket is kielégíti több-kevesebb sikerrel, amely összefüggésben áll a műveltségképzetek átstrukturálódásával. A tömegkommunikáció szükségképpen olyan implikációkkal jár, amelyek nem intézhetők el egyszerűen azzal, hogy csak az egyén szükségleteire vagyunk tekintettel, e szükségleteket nagymértékben az a társadalmi közeg módosítja, amelyben él.

A hallgatók szükségletei nem légtüres térben alakulnak ki, hanem meghatározott szocio-ökonómiai, kulturális háttérben és e szükségletek sem mentesek teljességgel maguknak a tömegkommunikációs eszközöknek a befolyásától.

A hallgatók művelődésében szerepet játszó  
források megítélése

4. számú táblázat

Tényezők	Nincs szerepe %	Egészen kevés %	Csekély %	Közepes %	Nagy szerepe van %
1	2	3	4	5	6
Televízió	0,0	0,0	5,0	46,0	49,0
Rádió	0,0	4,0	16,0	46,0	34,0
Újság	0,0	0,0	6,0	47,0	47,0
Folyóirat	0,0	1,0	8,0	56,0	35,0

1	2	3	4	5	6
Szépirodalmi könyvek	0,0	5,0	15,0	20,0	60,0
Társadalomtudományi művek	1,0	10,0	17,0	33,0	39,0
Természettudományi művek	0,0	5,0	12,0	23,0	60,0
Mozi	1,0	9,0	39,0	35,0	16,0
Színház	0,0	7,0	14,0	48,0	31,0
Komolyzenei hangverseny	12,0	13,0	23,0	38,0	14,0
Utazás, kirándulás	2,0	4,0	21,0	52,0	21,0
Szakmai beszélgetések	0,0	3,0	15,0	43,0	39,0
Családi beszélgetések	1,0	8,0	31,0	36,0	24,0
Baráti társaságok programjai	0,0	10,0	36,0	36,0	18,0
Művelődési házak programjai	6,0	11,0	31,0	40,0	12,0
Könyvtári programok	5,0	9,0	23,0	35,0	28,0
Iskola	2,0	4,0	7,0	36,0	51,0

A nézett és hallgatott műsorok fejlesztik a hallgatók kognitív viszonyulási rendszerét, amely érződik a műveltségképzetek tartalmi megosztásában is. A kultúra iránti viszonylag tagolt és artikulált szükségletekről van szó ebben az esetben, melynek egyik mutatója éppen a televízió műsorainak nézettségi és megosztási gyakorisága. (Lásd: 5. számú táblázat).

Főlégsleges is szinte hangsúlyozni, hogy a műveltségképzetek típusait nemcsak a tömegkommunikáció határozza meg, s ezek a típusok sem választódnak el egymástól éles és szembe-szökő formában. Nyilvánvaló az is, hogy a műveltségképzetek létrejöttét az előbb említett szocializációs ágensek befolyásolják a legnagyobb mértékben. A tipologizálást mégis elvégeztem. Ez nem valamiféle kivülről bevitt szempont alapján történt, hanem a primér anyag elsődleges elemzése útján.

A hallgatók kis részének artikulálatlan kulturális szükségletei a műveltségképzetek viszonylagos redukciójában jut kifejeződésre, így aligha tűnhet indokolatlannak az okok ilyen oldalról történő elemzése. Az okok számbavételével arra lehet számítani, hogy a szükségletek és műveltségképzetek korrelatív megjelenése egzaktabban tárható fel, mert ha a kulturális szükségletek tagoltabb formát mutatnak, ez mindenképp koherensebb és reálisabb műveltségképzeteket feltételez. Igaz azonban, hogy minden kétséget kizáróan nem lehet bizonyítani ezt a függőséget. Minél nehezebben tárható fel ugyanis a kulturális szükségletek, annál finomabbnak kellene lennie az eljárás módnak, hogy efféle jelenségek hatását kellőképpen mérni lehessen. Azonban sokkal nehezebb megérteni, miért éppen a viselkedéssel kapcsolatos műveltségképzetek ilyen jelentősek a hallgatónál, mint azt, hogy a műveltségképzetek kapcsolatban állnak-e a kulturális szükségletekkel. Mert ez utóbbi viszony teljességgel evidensnek tűnik, hiszen minél artikuláltabbak a kulturális szükségletek, annál több empirikusan megragadható műveltségképzet található. Legfeljebb nehézséget az jelent, mennyire tipologizálhatóak az egyes szükségletek, illetve a műveltségképzetek miként hozhatók kapcsolatba a kulturális szükségletek valamely típusával. A feldolgozás során vált világossá, hogy a kulturális szükségletek belső megkülönböztetéséhez a vizsgálati módszerek és a kapott adatok csak kevésbé használhatóak fel.

A televízió műsorainak nézettségi  
és megoszlási gyakorisága

5. számú táblázat

Műsorok	Mindig %	Csak ha ráér %	Havonta %	Hetente %	Naponta %	Nem né- zi %
Vetélkedő műsorok	5,0	65,0	11,0	11,0	4,0	4,0
Képztség	4,0	42,0	10,0	27,0	0,0	17,0
Ismeretter- jesztő mű- sorok	23,0	42,0	14,0	21,0	0,0	0,0
Sportközve- lítés	17,0	42,0	12,0	17,0	4,0	8,0
Esti mese	0,0	31,0	11,0	9,0	0,0	49,0
Színházi közvetítés	0,0	40,0	42,0	0,0	0,0	18,0
Tv-híradó	23,0	35,0	0,0	23,0	19,0	0,0
A Hét	19,0	39,0	12,0	22,0	0,0	8,0
Szórakozta- tó filmek	30,0	48,0	0,0	22,0	0,0	0,0
Könnyűzene, tánczene	22,0	44,0	9,0	25,0	0,0	0,0
Társadalmi- politikai műsor	7,0	40,0	22,0	17,0	0,0	14,0
Ablak	0,0	40,0	22,0	9,0	0,0	29,0
Telesport	21,0	38,0	12,0	15,0	0,0	14,0
Delta	27,0	44,0	11,0	18,0	0,0	0,0

A kulturális szükségletek két típusa - az artikulálatlan és a kifejlett - különböztet el egymástól. Az az alapelv-rendszer, melyre a típusok konstrukciója épült, az empirikus vizsgálódásban szerepet játszó művelődési szokások és



tevékenységek meglétével épp úgy kapcsolatban állt, mint a többé-kevésbé pontosan megkülönböztethető kulturális igényekkel. (Lásd: 6. számú táblázat).

A kulturális szükségletek két típusának megkülönböztetésével azonban korántsem lehet szerkeszteni olyan skálát, melynek beosztása a teljesen tagolt kulturális szükségletektől - melyek a műveltség tudat kifejtettségének és a művelődési tevékenységek sokszínségének felelnek meg - egészen a kultúrával kapcsolatos tökéletes viszonyatlanságig vagy közömbösségig terjed.

Majdhogynem teljesíthetetlen vállalkozásnak látszik a szükségletek és a műveltségképzetek többdimenziós összevetése azért is, mert a kultúrához való viszony szubjektív tartalmát rendkívül nehéz volt pontos mutatókkal körülhatárolni. Az ilyen irányú kísérletek legfeljebb a művelődési szokásokra vethetnek fényt, de a szükségletek befolyásoló szerepére alig. A hallgatók szükségleteire ezúttal is csak következtetni lehet olyan adatokból, melyek műveltség tudatuk sajátosságait jelzik. Kitűnt például, hogy azok a hallgatók, akiknek műveltség tudata nem koherens, illetve egyértelmű konzisztencia műveltségképzeteikben nem fedezhető fel, s kulturális szükségleteik tagolatlansága igen szembeszökő módon jelenik meg, az olvasást, a tévé nézést csupán szórakozásként, illetve kikapcsolódásként fogják fel. Számszerűleg ez a magatartás azonban nem jelentős. Ugyanakkor a hallgatók többsége számára a különböző kulturális javak úgy jelennek meg, mint amelyeket a társadalmi érvényesülés érdekében kell ismerniük.

A szükségletek formálódására az igények is hatással vannak, s ezek a kulturális igények ugyancsak kifejezésre jutnak a műveltségképzetekben. Ha másként nem, úgy, hogy közvetett módon érzékeltetik a hallgatók művelődési, műveltségi törekvéseit.

A hallgatók műveltségudata teljességgel megfelel annak a szociális - kulturális - életmódbeli helyzetnek és állapotnak, melyben élnek. Tudatukat, magatartásukat előre megformálja már az a szociális háttér, melybe beleszületnek.

A hallgatók szabad időben végzett tevékenységeinek gyakorisági megoszlása

6. számú táblázat

Tevékenységek	Rendszeresen %	Gyakran %	Alkalm-szerűen %	Ritkán %	Soha %
1	2	3	4	5	6
Könyvolvasás	35,0	25,0	30,0	10,0	0,0
Képeslap, folyóirat olvasás	23,0	42,0	34,0	1,0	0,0
Napilap olvasás	41,0	40,0	15,0	3,0	1,0
Diszkózás	8,0	19,0	31,0	35,0	7,0
Tévézés	21,0	43,0	31,0	5,0	0,0
Rádióhallgatás	20,0	33,0	33,0	14,0	0,0
Mozilátogatás	6,0	34,0	46,0	14,0	0,0
Színházba járás	0,0	9,0	34,0	52,0	5,0
Komolyzenei koncertlátogatás	0,0	0,0	8,0	36,0	56,0
Könnyűzenei koncertlátogatás	2,0	5,0	22,0	57,0	14,0
Lődörgés barátai-val	0,0	18,0	31,0	41,0	10,0
Hobby tevékenys.	8,0	34,0	26,0	16,0	6,0
Lemezhallgatás (egyedül)	18,0	39,0	23,0	13,0	7,0
Lemezhallgatás (közösen)	0,0	18,0	33,0	37,0	12,0

1	2	3	4	5	6
Sportolás	37,0	33,0	25,0	5,0	0,0
Amatőr művészeti tevékenység	0,0	5,0	11,0	24,0	60,0
Utazás	12,0	31,0	42,0	13,0	2,0
Művelődési ház látogatás	0,0	5,0	27,0	52,0	16,0
Könyvtárlátogat.	6,0	19,0	31,0	44,0	0,0
Múzeumlátogatás	0,0	4,0	39,0	50,0	7,0
Szakköri tevékenység	5,0	4,0	8,0	32,0	51,0
Tanulás	25,0	43,0	28,0	4,0	0,0

## II. A hallgatók szabad idő tevékenységeiről

A szabad idő felhasználással kapcsolatos adatok elemzése a kulturális szükségletek szempontjából is nélkülözhetetlennek tűnik. Mindenekelőtt azért, mert a különböző korú, nemű és műveltségi csoportokba tartozók más és más módon töltik el szabad idejüket. Ebben a fejezetben elsősorban azaz foglalkozom, hogy megállapítsam, vajon a kulturális szükségletek alapján különbözik-e a hallgatók szabad idő tuda-  
data és tevékenységrendszer. Az már tisztázott, hogy a szabad időről kialakított ítéletek elválaszthatatlan kapcsolatban vannak a műveltségudattal és a művelődési aspirációkkal. Itt most viszont azt a kérdést vizsgálom, hogy a hallgatók körében található-e olyan sajátosságok, melyek részben vagy egészben eltérnek a más ifjúsági csoportokhoz tartozókéitól.

A szabad idő felhasználást legmegbízhatóbban "időelszámolás" - azaz időmérleg útján elemezhettem volna, ami megkövetelné, hogy a megkérdezett - egy adott időszakra vonatko-

zón - szabad idejének minden egyes rövid szakaszáról részletesen számot adjon. Az időmérleg lap arra is alkalmas lett volna, hogy a hallgatók elmondják, miként töltötték hétköznapijukat és egy hétfői napjukat, beszámolva minden egyes félóráról. De mivel ez sok időt igényelt volna és ennek alternatív módszere - a naplóvezetés - pedig gyakorlatilag túl költséges, a vizsgálathoz egyik módszert sem tudtam alkalmazni. Ehelyett a különböző szabad idő tevékenységek gyakoriságának megoszlását vizsgáltam, olyan értékskálát szerkesztve, amely megvilágította a rendszeresen, gyakran, alkalmasszerűen, ritkán és a soha nem végzett tevékenységek változását.

Ha általában vizsgálom a hallgatók szabad idő tevékenységét, mindenekelőtt az ötlük szembe, hogy a rendszeresen és gyakran végzett tevékenységek sorában első helyre kerül a napilapolvasás és a tévézés (41 és 43 %-ban), majd ezt követi a sportolás és a képeslap-, folyóiratolvasás (37 és 42 %-ban), harmadik helyen pedig a könyvolvasás és a napilapolvasás áll (35 és 40 %-ban).

Meglepő módon a leggyakrabban említett időtöltések nem a társalgással függnek össze (a diszkózás is csak 8 és 10 %-ban szerepel), hanem az egyedül is végezhető tevékenységekkel. Míg például a "soha" kategóriában a tévézés és a rádióhallgatás egyáltalán nem jelenik meg, más tevékenységek esetében szignifikánsan magas értéket mutat. Kiderül például, hogy a hallgatók 80 %-a amatőr művészeti tevékenységben soha nem vesz részt, majdnem ennyien (56 %) komolyzenei koncerten, illetve a megkérdezettek 51 %-a szakköri munkában sem. (Lásd: 6. számú táblázat).

A művelődési ház és a könyvtárlátogatás gyakoriságát vizsgálva szintén meglepőek az eredmények. Mindkét tevékenység esetében ritkán 52 és 44 %, míg alkalmasszerűen 27 és 31 %-ban járnak az iménti intézményekbe. Rendszeresen a művelő-

dési házba senki, a könyvtárba pedig a vizsgált mintának csak a töredéke.

A szabad idő tudat alakulására hatással van a tévézés gyakorisága is. Nem csak azért, mert a mintacsoportban a tévézés, mint időbeli tevékenység is számottevő, hanem, mert befolyásoló szerepe elsősorban a szabad időről kialakított tudat változásában érzékelhető. Jóllehet a tévézés gyakorisága semmiképp sem ad egyértelmű választ annak intenzitására, tudatosságára, de annyiban mégiscsak szignifikáns, hogy ki, milyen gyakorisággal tekinti meg a műsorokat. Az adatok alapján a megkérdezettek 21 %-ánál mindennapos szabad idő tevékenységként, 41 %-ánál gyakran szerepel a tévézés, még ha egzakt adatok arra vonatkozóan nincsenek is, hogy a hétköznapi és az Ünnepnapi szabad idő tevékenységek struktúrájában milyen különbségek észlelhetők. Ha a kapott válaszokat globálisan elemzem, mindenekelőtt az 8tliek szembe, hogy a "mindig" kategóriában magas értéket mutat a szórakoztató filmek (30 %), a Delta (27 %), a tv-híradó (23 %) (Lásd: 5.számú táblázat).

A válaszok tartalmi terjedelmét meghatározza az a feltevés, hogy a kérdőíven feltüntetett műsorokról lehetett elsősorban véleményt nyilvánítani. Mint ismeretes, a műsorok iránti érdeklődést általában alternatív kérdéssel mérik és a válaszvariáció megjelölésével kell dönteni. Ehelyett a jelenlegi vizsgálatban a feltüntetett műsorokat hat dimenzióban elemeztem.

Kimondva - kimondatlanul is az adatok a műsorok iránti érdeklődés fokát jelzik. Am a tv-műsorok kedveltségén túlmenően képet kaphatunk általánosabb érdeklődési tendenciákról is.

A műsorok közül a szórakoztató filmek, a Delta, a tv-híradó, az ismeretterjesztő műsorok és a könnyűzene, tánc-

zene emelhető ki. Összességében így a szórakozási igény mellett, a hallgatók nagy információ szükségletének meglétét is jelzik a tv-nézés motivumainak megoszlási adatai. Összevonva a szórakoztató jellegű műsorok valamennyi típusát, hasonló nagyságrendet képvisel, mint a tájékoztató és közvetlen ismeretterjesztő műsorok nézettsége. Ez nyilvánvalóan összefüggésben van a hallgatók kulturális szükségleteivel. Jelzi, hogy a televízió milyen hatást gyakorol személyisé-  
gükre, szociális viselkedésükre, mennyiben gyarapítja ismereteiket.

Személyes megfigyeléseim során is meggyőződhettem arról, hogy a leginkább beszédre, társalgásra ösztönző műsorok az ismeretterjesztő, tájékoztató programok. Vezető helyet foglalnak el a sportközvetítések, mely főleg a labdarúgó mérkőzések nagy népszerűségének köszönhető, valamint annak, hogy önmagában is gyakori beszédsztereotípiá.

Ha más oldalról is, a napilapokban megjelenő cikkek olvasási gyakorisága is ugyanezt a helyzetet támasztja alá. Kitűnik például, hogy a cikkek közül a megkérdezettek 43 %-a rendszeresen, 36 %-a gyakran olvassa a belpolitikai híreket. 34 %-a rendszeresen, 41 %-a gyakran a külpolitikai híreket (lásd: 7. számú táblázat). Műszaki jellegű tudósításokat 33 %-uk rendszeresen, 38 %-uk gy. akran olvassa, ami nyilvánvalóan összefügg a szakmai érdeklődésükkel.

A hallgatók rendszeresen végzett szabad idő tevékenységei közül a napilapolvasás, a sportolás, a könyvolvasás és a tanulás emelkedik ki. Ez a hallgatók olvasási kedvével és a tanulás tudatos vállalásával magyarázható. Az előbbihez hasonló szignifikanciával sem a kollektív szórakozás, sem a mozilátogatás nem jelenik meg.

A könyv- és napilapolvasás intenzív megjelenése vagy akár a rendszeres tanulás, olyan szociális, kulturális hát-



térhatásokkal magyarázható, melyek előidézői az erősebb megismerési vágynak és a nyilvánvalóbb művelődési aspirációknak. Ezt egészítené ki a kollektív szórakozási igény és a társaság utáni vágy, melyet semmiképp sem lehet egyenlővé tenni a diszkózással, mivel a megkérdezetteknek csupán 8 %-a jár diszkóba rendszeresen, könnyűzenei koncertre pedig 2 %-uk.

A napilapokban megjelenő cikkek olvasási gyakorisága

7. számú táblázat

Cikkek	Rendszeresen %	Gyakran %	Alkalomszerden %	Ritkán %	Soha %
Külpolitikai hírek	34,0	41,0	20,0	5,0	0,0
Külpolitikai kommentárok	21,0	32,0	29,0	18,0	0,0
Belpolitikai hírek	43,0	36,0	18,0	5,0	0,0
Belpolitikai kommentárok	23,0	46,0	20,0	11,0	0,0
Közéleti hírek	21,0	47,0	23,0	9,0	0,0
Gazdasági besz.	14,0	33,0	28,0	25,0	0,0
Színház-, könyv- és filmkritikák	11,0	18,0	31,0	36,0	6,0
Kulturális beszélgetések	0,0	8,0	37,0	46,0	9,0
Vers, novella	0,0	8,0	30,0	43,0	19,0
Sportrovat	29,0	33,0	17,0	14,0	7,0
Apróhirdetések	17,0	27,0	23,0	30,0	3,0
Műszaki jellegű tudósítások	33,0	38,0	24,0	5,0	0,0
Levelezési rovat	0,0	11,0	18,0	49,0	24,0

Egészében a művelődés, a tanulás, a sportolás és a szórakozás jellemző a hallgatók szabad idő tevékenységére. A szabad idő tevékenységek végzésében a tudati motívumoknak - melyeket a tanulás, a családi háttér, a baráti-környezeti kapcsolatok formálnak és alakítanak - igen fontos szereplük van, mert az tény, hogy ki milyen tevékenységet preferál, a szabad időt semmittevésnek vagy pusztán szórakozásnak fogja fel, épp annyira elhatározás és tudatos vállalás kérdése, mint amennyire társadalmilag determinált. Miként már elemeztem: a hallgatók kulturális szükségleteit, melyeknek specifikus kifejezője volt a műveltség - és szabad idő tudat - származási rétegük szubkultúrája és értékrendje is meghatározza. A szükségletek és a magvalósításukhoz leggyakrabban szükségesnek tartott feltételek összevetése és empirikus feltárása a hallgatók művelődési helyzetét is jellemzi. Törekvéseik megvalósítását annak megfelelően képzelik el, milyen példákat és életmodelleket látnak és milyen képet alakítanak ki magukban a művelődés társadalmi presztizséből.

A szabad idő tudat tekintetében a kép legjellemzőbb vonása az, hogy a művelődés - melybe a kultúra elsajátítás számos formáját besoroltam - körükben más ifjúsági rétegekhez képest értékhangsúlyos. Mindez azzal is összefügg, hogy saját előmenetelük szempontjából fontosnak tartják és nem csupán a formális iskolai végzettséget és bizonyítványokat tartják lényegesnek. A művelődési források szerepének megítélésében ez épp úgy kifejeződött, mint a szabad idő tevékenységének rangsorolásában. A megkérdezettek 22 %-a állította azt, hogy a szakmai és társadalmi előmenetelhez mindenekelőtt tudásra és folytonos művelődésre van szükség. De 48 %-uk is nagyrészt ezt tartja fontosnak. Ez a tény annál is inkább elgondolkodtató, mert az oktatás, művelődés terén eluralkodott formalizmus radikális felszámolását sürgeti.

0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	szellemi háttér
0,35	0,34	0,32	0,31	0,3	szellemi háttér

### FELHASZNALT IRODALOM

- 1./ A kultúra fogalmáról. Szerkesztette: Szerdahelyi István  
Kossuth Könyvkiadó, 1980.
- 2./ Deme Tamás-Koncz Gábor-Mihályi Ottó: A kulturális szükségletek perspektivikus alakulása. Neveléstudomány és Iskolakutatás. 1982. I.évf. 3.sz.
- 3./ Gubi Mihály: A rejtett tanterv elméletei.  
Világosság, 1980. 1.sz.
- 4./ Habermann M. Gusztáv: Az IMF adatrendszerek.  
Neveléstudomány és Iskolakutatás, 1982. I.évf. 3.sz.
- 5./ Hankiss Elemér: Értékszociológiai kísérlet.  
Népművelési Propaganda Iroda, Budapest.
- 6./ Idő a mérlegen. Szerkesztette: Szalai Sándor  
Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 1987.
- 7./ Kaarle Nordenstreng: Eszrevételek a "kielégítettségkutatás" -ról (Antal László) A televíziós jelenség.  
Gondolat Könyvkiadó Budapest, 1976.
- 8./ Kapitány Agnes - Kapitány Gábor: Értérendszerünk  
Kossuth Könyvkiadó, 1983.
- 9./ Kerékgyártó István: A szabad idő tevékenység helye és szerepe a nevelő tevékenységek rendszerében  
Pedagógiai Szemle, 1980. 10.sz.
- 10./ Kerékgyártó István: Az ipari munkások kulturális szükségleteiről  
Megyei Művelődési és Ifjúsági Központ, Szolnok, 1986.
- 11./ Kerékgyártó István: Konfliktusok és kulturális szükségletek.  
Kultúra és Közösség, 1986. 3.sz.
- 12./ Szabó László Tamás: A "rejtett tanterv"  
Valóság, 1982. 9.sz.
- 13./ Szabó László Tamás: Hogyan működik a "rejtett tanterv"?  
Pedagógiai Szemle, 1985. 2.sz.

A SZEMÉLYI SZÁMÍTÓGÉP ALKALMAZÁSÁNAK TAPASZTALATAI  
A SZAKALAPOZÓ TANTÁRGYAK TANÍTÁSÁBAN  
A REPÜLŐ SÁRKÁNY-HAJTÓMŰ TANSZEKEN  
II. rész

A kísérlet leírása

A kutatómunkám végzése során két alapvető feltétel -  
pedagógiai követelmény - vezérelt:

- Csak olyan kutatást lehet megengedni, ami nem zavarja  
az iskola mindennapi életét.
- A kutatáshoz az iskola vezetőjének hozzá kell járul-  
nia.

A második feltétel teljesült, mivel az 1986. évi beszámoló  
után a Főiskola Tudományos Tanácsa engedélyezte - az első  
feltétel teljesülése esetén (!) - a kontrollcsoportos kísér-  
let lefolytatását.

A tapasztalatok kvantitatív úton való megerősítése igen  
komoly nehézségbe ütközött. Főiskolánk a mindenkor katonai  
repülőcsapatok, valamint a polgári repülés létszámigényének  
megfelelően képez különböző speciális képzettségű (vadászre-  
pülő sárkány-hajtómű Uzemben tartó Uzemmérnök, helikopter  
sárkány-hajtómű Uzemmérnök, helikopter Uzemeltető Uzemmérnök  
stb.) szakembereket. Szaktanszékünk tanárai - a speciális  
leterhelések miatt - 2-3 (esetleg ennél is több) tantárgyat  
tanítanak az adott szemeszterben, így több esetben fordult  
elő az a helyzet, hogy a kísérlet lefolytatásához rendelke-  
zésre álló két csoportnál (osztály) - amelynél a tematika és  
a követelmény is azonos volt - a tanár személye különbözött.

A másik ilyen sajátos helyzet, amikor a tanár személye a két csoportnál megegyezett az adott szakalapozó tantárgynál, de a tematika és a követelmények nem. Ezek a sajátos "helyzetek" arra nem voltak elegendők, hogy megfeleljenek az egyváltozós, igazoló kísérlet alapvető feltételeinek. Természetesen nagy hiba lett volna, ha ezeket a csoportokat kihagyom a vizsgálatból. Ezekben a csoportokon végzett kísérletek jelentették számomra és szakcsoportunk számára a tapasztalatgyűjtő (próbafelemelő) kísérleti előiskolát. Itt volt lehetőségem (lehetőségünk) kipróbálni a programjainkat, módszereinket és a kísérlet (felemelés) elvégzésének lépéseit. Sok olyan tapasztalatra tettünk szert, ami alapján kénytelenek voltunk módosítani vagy a szoftvert, vagy az alkalmazás, valamint a felmérés mikéntjét. Az elvégzett mérések és megfigyelések eredményeiből, mint gyakorló (több mint tíz éve oktató) pedagógus olyan következtetést vontam le tapasztalati úton, hogy az új eszköz és módszer meghozta eredményét. Azaz, valószínűnek tartom, ha a szakirodalomnak megfelelő kontrollcsoportos kísérlet feltételei teljesülnek, úgy hipotézisem kvantitatíve is igazolódik. Összesen 14 csoportot vizsgáltam az adott időintervallumban. A kvalitatív módszerek útján szerzett tapasztalatokat és eredményeket 14 csoportra vonatkozó vizsgálat alapján összesítettem, míg ezek kvantitatív úton való megerősítését - lehetőségeim és a mintakiválasztás szabályai miatt - 118 főre kapott eredmények alapján rögzítettem. A mintakiválasztás előírásainak megfelelő csoportokat kontroll-, illetve kísérleti csoportokra bontottam. Mindhárom tantárgy esetében a kísérletben résztvevő kontroll-, illetve kísérleti csoportok ugyanazon szakos hallgatókból álltak, egyforma tematika és követelmény alapján tanultak és ugyanaz volt a tanár személye is. A különbség a két csoport között a tananyag módszertani feldolgozásában volt, azaz míg a kontrollcsoportnál hagyományos módon, addig a kísérleti csoportnál számítógéppel történt a tananyag feldolgozása.

A tananyag nagyobb átfogása, valamint az esetleges külső segítség zavaró hatásának minimumra csökkentése érdekében az "indulási" és "érkezési szint" lemérésére két mérőváltozatot ("A" és "B") alkalmaztam, illetve alkalmaztunk. Az "A" és "B" változat kérdései jellegükénél és súlyozottságuknál fogva egymásnak megfeleltek. A két mérőváltozat (feladatlap) fele-fele arányban került kiosztásra. Tantárgyanként a feladatlapok megoldására (mindkét csoportnál) ugyanannyi időt biztosítottunk. A kidolgozásnál Mechanika, valamint Mérés- és szabályozástechnika c. tantárgyaknál számológép, vonalzó, golyóstoll, ceruza használatát engedték meg, míg Szerkezeti- és Üzemanyagok c. tantárgyból ceruza, vonalzó és golyóstoll állt rendelkezésre. A felmérés alatt egy szaktanár felügyelt mindegyik csoportra. Az ellenőrző foglalkozás (felmérés) az órarend szerint tervezett tanteremben és időben zajlott le. Mechanika, Mérés- és szabályozástechnika c. tantárgyaknál végzett kvantitatív megerősítő vizsgálatok esetében az oktató tanár személye én voltam, míg a harmadik tantárgynál az oktatást és a felmérést egy munkatársam végezte. A 14 csoportra vonatkozó tapasztalatok összegzését, valamint a kiértékelést teljes kiértékelését én végeztem el.

A kísérlet lefolytatására tantárgyanként bevont két csoport eredményeiből csak akkor lehet levonni elfogadható valószínűségű következtetést, ha bizonyos feltételek ezeknél a mintáknál teljesülnek. Ahhoz, hogy a kísérlet számára - tantárgyanként - kiválasztott két csoport megfeleljen kontroll-, illetve kísérleti csoport kritériumainak (Dr. Varga: Bevezetés a didaktikai kutatások módszereibe. Tk. Bp. 1987.) három alapvető feltételnek kell megfelelnie.

"... elég jól egyezzenek meg az összehasonlítandó csoportok átlagteljesítménye, szórása és lehetőleg az eloszlása is ...

Az eloszlásra vonatkozóan előnyös, ha normál eloszlásúak az összehasonlítandó csoportok"



A felsorolt három alapvető feltétel teljesülését a feladatlapos felméréssel és megfelelő matematikai statisztikai próbákkal lehet ellenőrizni.

#### **A kísérleti alkalmazás végrehajtása**

A vizsgálatokat mindegyik tantárgynál "kísérleti" és "kontroll" csoport alkalmazásával a megfelelő adatsorok összehasonlításával, az összehasonlított adatsorok statisztikai elemzésével végeztem el. A csoportok összetételének alakulása véletlenszerű, tehát szisztematikus összeállításuk abból a célból, hogy képességek alapján azonos vagy kvázi azonos összetételűek legyenek nem történt meg. A vizsgálat alapvetően azt kívánta megállapítani, hogy a különböző képességű személyekből összeállított tancsoportok esetében (ezek minden esetben így alakulnak) milyen eredménykülönbség mutatkozik akkor, ha az ismeretek feldolgozásában és alkalmazásában olyan technikai eszköz kerül felhasználásra, amely mint a témafeldolgozás, mint a gyakorlás során lehetővé teszi a bemutatható és a megoldható feladatok mennyiségének szinte korlátlan változtatását.

A kvantitatív kísérletben résztvevő csoportok kontroll-, illetve kísérleti csoportokra való szétválasztása a kísérlet előtt véletlenszerűen történt. A kísérlet végrehajtásához a feladatlapok rendelkezésre álltak, ugyanis 1978 és 1982 között a főiskolánkon az integrált képzés kidolgozása során készült el minden tantárgyra - így a vizsgálat tantárgyaira és ezeken belül minden témakörre - a témakörök csoportosított kérdésbankja, a fogalmak, törvények, szabályok stb. kapcsolódási mátrixa és az elsajátítás szintje, valamint a mérőeszközök reliabilitás és validitás vizsgálata, amely részét képezte az új tanterv elemeinek.

Tantárgyanként, valamint indulási és érkezési szintenként való kvantifikálás kb. 100 oldal terjedelmű, aminek teljes ismertetésére a cikk nem vállalkozhat, így csak a Mechanika tantárgy indulási szintjének felmérését mutatom be, a többi eredményt táblázatba foglalom.

### A vizsgálat leírása részletesen

(Mechanika, indulási szint)

- Az "indulási szint" felmérését azokkal a feladatlapokkal végeztem el, amelyek azt az ismeretanyagot tartalmazzák, ami a számítógéppel feldolgozott tananyagot megalapozza. A feladatlap négy kérdést - feladatot - tartalmazott. (Az első kérdés "kényszerekkel és erőkkel", a második "emelő-nyomatéki tétellel", a harmadik "erőkkel és erópárokka kapcsolatos tételekkel", míg a negyedik a "különböző típusú erőrendszerekkel" kapcsolatos ismeretanyagot ölelte fel). A kérdéseket - a főiskolai szintet figyelembe véve - 11 feladat-ítemre (mátrix oszlopai) bontottam, majd az indulási szintre vonatkozó felmérés eredményeit egy  $49 \times 11$  méretű adatmátrixba foglaltam. A mátrix 1-24 sorai a kontrollcsoport, míg 25-49 sorai a kísérleti csoport feladat-ítemekre vonatkozó helyes (1) vagy helytelen (0) megoldását mutatja.

- A tanulási teljesítmények kvantifikálását (Varga, 1987. 71-77.o. -az előzőekben megnevezett publikáció-) alapján végeztem el. Az egyes feladat-ítemekre vonatkozó fontossági súly ( $x_{if}$ ), valamint a szintsúly ( $x_{isz}$ ) - a tanári közösség (szakcsoport) döntése, illetve a követelmények alapján - rendelkezésre állt. Az empirikus (nehézségi) súly ( $x_{ie}$ ) megállapítását feladat-ítemek adatmátrixából határoztam meg. Az empirikus súly megállapítására a lehetséges összefüggések közül azt a változatot használtam fel, amely a helytelen válaszok arányából indul ki és ez kis mintákra is jól alkalmazható. Az egész számmal való számolás megkönnyítése érdekében 10-es faktoros szorzót alkalmaztam.

$$x_{ie} = \frac{n_0}{n} \quad \text{ahol "n}_0\text{" a helytelen válaszok,}$$

"n" az összes válaszok száma.

Ezek alapján az egyes feladat-ítemre adandó pontszám:

$$x_{io} = \frac{x_{ie} + x_{if} + x_{isz}}{3}$$

A feladat-ítemre vonatkozó pontszámot egészszre kerekítettem.

A többi vizsgálathoz célszerű százalékpontokban kifejezni a feladat-ítemekre vonatkozó pontokat:

$$x_{i\%} = \frac{x_i}{\sum x_i} 100 \%$$

A tanulói teljesítmények (százalékponthoz kifejezve) meghatározása után kiszámítottam a didaktikai vizsgálat szempontjából lényeges mutatókat (számítási átlag, medián, szórás). A matematikai műveleteket Bálint-Tátrai által kidolgozott Novotrade Rt által ellenőrzött és forgalmazott "Gyakorlati statisztikai számítások C 64" program felhasználásával végeztem el.

Annak megállapítására, hogy a kísérletben alkalmazott két csoport megfelel-e a kísérleti és kontrollcsoport feltételeinek, hipotézisvizsgálatot végeztem.

#### A hipotézisvizsgálat logikai menete

a. / Nullhipotézis felállítása.

b. / Annak eldöntése, hogy a nullhipotézist mekkora szignifikancia-szinten vizsgálom felül.

c./ Az adott problémának és körülményeinek megfelelő matematikai statisztikai próba kiválasztása.

d./ A két minta adataiból a próbamutató empirikus értékének meghatározása.

e./ A próbamutató empirikus értékének összehasonlítása a táblázatban megtalálható és a próba feltételeinek (celeszám, szignifikancia-szint) megfelelő kritikus értékkel.

e/1. Ha a próbamutató értéke nagyobb - egyenlő a megfelelő kritikus értéknel, akkor elvetem a nullhipotézist.

e/2. Ha a próbamutató empirikus értéke kisebb a megfelelő kritikus értéknel, akkor nincs elegendő indok a nullhipotézis elvetésére.

A kiindulásként megfogalmazott hipotézisemre vonatkoztatva az érkezési szinten az "e/1" azt jelenti, hogy lényegesen - szignifikánsan - különbözönek tekintjük a két oktatási módszerrel kapott eredményt, és abból arra következtünk, hogy különbözö hatású a két oktatási módszer, mivel csak a módszer volt különbözö a kísérleti és kontrollcsoportokban. Az "e/2" esetén a két módszert egyenértékűnek tekinthetjük.

#### A hipotézisvizsgálat leírása részletesen

A./ Kiindulásként azt tételeztem fel, hogy nincs eltérés a két adatsor (kísérleti és kontrollcsoport) által reprezentált alapsokaságok között, vagyis a minták paraméterei közötti eltérés csupán a minták véletlen voltából ered, azaz

a két adatsor ugyanazt az alapsokaságot reprezentálja (Ezt a feltételezést nullhipotézisnek ( $H_0$ ) nevezzük).

B./ Didaktikai vizsgálatokban  $\alpha \leq 0,05$  illetve százalékban  $p \leq 5$  ) tévedési valószínűséget elfogadnak. Ennek alapján a vizsgálatot 95 %-os megbízhatósági szinten végeztem el.

C./ A megfelelő matematikai statisztikai próba kiválasztásának első lépése a mért adatok alapján a normalitásvizsgálat elvégzése. A rendelkezésre álló program ezen vizsgálatot csak khi - négyzet - próbával végzi el, ami kis mintákra nem mindig alkalmas. A feladat elvégzését az ún. Kolmogorov-Szmirnov féle jó illeszkedési próbával végeztem el.

A normalitásvizsgálat elvégzésével meggyőződhetünk arról, hogy normál eloszlásúnak tekinthetjük-e a rendelkezésünkre álló minta reprezentált alapsokaságát. Vagyis egy empirikus eloszlás - függvény - az n-elemű mintából megállapítható  $F_n(x)$  eloszlásfüggvény - és egy elméleti eloszlásfüggvény - a jelen esetben a normál eloszlás eloszlásfüggvénye  $F(x)$  - egymáshoz való illeszkedését vizsgáljuk meg.

A próbát a következő logikai menet alapján végeztem el:

a./  $H_0$ :  $D(x) = F_n(x) - F(x) = 0$  minden x-re, vagyis azt feltételezem, hogy nem tér el egymástól a két eloszlásfüggvény (próbamutató a különbségi függvény).

b./ Annak eldöntése, hogy mekkora szignifikancia szintet kívánok meg.

c./ Megállapítottam az empirikus eloszlásfüggvény értékeit, vagyis az "n" elemű mintában szereplő  $x_i$  adatokhoz tartozó  $F_n(x_i)$  értékeket. Ezt úgy határozom meg, hogy adott

elemhez tartozó halmozott gyakoriságot ( $f_{ic}$ ) elosztom a minta elemszámával:

$$F_n(x_i) = \frac{f_{ic}}{n}$$

d./ A minta adatainak segítségével megbecsülöm a feltételezett az "elméleti" eloszlásfüggvény paramétereit. Vagyis olyan normál eloszlásfüggvényhez viszonyítok, amelynek várható értéke a minta átlagával, szórása pedig a minta szórásával egyezik meg ( $\bar{x}, s$ ).

e./ Megállapítom a feltételezett eloszlásfüggvény értékeit a minta elemeinek ( $x_i$ ) megfelelő ( $u_i$ ) pontokban. Ezt a műveletet az  $N(0,1)$  - normál eloszlású,  $\mu = 0$  várható értékű és  $\sigma = 1$  szórású - eloszlásfüggvény értékészlet - táblázatának segítségével végeztem el. A táblázat  $u_i$  változóját a következő transzformációval kapom meg a minta adataiból:

$$u_i = \frac{x_i - \bar{x} + \frac{h}{2}}{s} = \frac{x_i}{s} - \frac{\bar{x}}{s} - \frac{h}{2s}$$

ahol "h" az osztályszélesség.

A transzformációs képletből látható, hogy negatív  $u_i$  értékek is lehetségesek. Ebben az esetben a negatív  $u_i$  értékhez tartozó függvényértékeket - az eloszlásfüggvény jelentésének figyelembevételével - a következő összefüggés alapján kapom meg:

$$F(-u_i) = 1 - F(u_i)$$



f./ Kiszámítottam a próbamutató értékeit, vagyis az empirikus és a feltételezett eloszlásfüggvény értékeinek különbségeit a minta elemeinek megfelelő pontokban és kiemelem ezek közül a legnagyobb abszolút értéket.

$$D_{\max} = \max F_n(x_i) - F(x_i)$$

g./ A legnagyobb eltérést egybevetem a próbatáblázatban az adott elemszámhoz és szignifikanciaszinthez tartozó küszöbértékkel:  $D_{\alpha}(n)$ .

- Ha a próbamutató empirikus értékeinek maximuma nagyobb-egyenlő, mint a küszöbérték, akkor elvetem a nullhipotézist,  $D_{\max} \geq D_{\alpha}(n)$ , vagyis a két függvény az adott szignifikanciaszintnek megfelelő valószínűséggel egymástól eltérőnek tekintem.

- Ha a próbamutató empirikus értékeinek maximuma kisebb, mint a küszöbérték, akkor nincsen elegendő indokom a nullhipotézis elvetésére  $D_{\max} < D_{\alpha}(n)$ .

Az a-g. pontok logikai menetében foglaltak gyakorlati meghatározására számítógépes programot készítettem. A műveletek elvégzése, valamint a próbamutató kritikus értékeinek táblázatából az  $\alpha = 0,05$  (vagyis 5 %) szignifikanciaszinthez és a csoportok (kontroll-, illetve kísérleti) elemszámához tartozó kritikus értékek kiolvasása után a normalitásvizsgálat eredménye a következő:

Kontrollcsoport:  $D_{\max} = 0,097$   
 $D_{krit} = 0,269$

Kísérleti csoport:  $D_{\max} = 0,072$   
 $D_{krit} = 0,264$

Mivel mindkét csoportnál fennáll  $D_{\max} < D_{\text{krit}}$ , így tehát nincs elegendő indokom a nullhipotézis elvetéséhez, vagyis mindkét mintát normál eloszlású alapsokaság reprezentatív mintájának tekintem. Didaktikai kísérlet számára kiválasztott csoportokat az indulási szinten csak akkor tekinthetjük ekvivalensnek, ha nemcsak az átlageredményük, hanem az eredményeik szóródása is megegyezőnek tekinthető. Az utóbbi feltétel teljesülését a Fisher-Snedecor-féle "F"-próbával vizsgálhatjuk meg. Az "F" a szórásnégyzetek (varianciák) próbája, amely arra ad választ, hogy megegyezőnek tekinthetjük-e annak a két alapsokaságnak a szórásnégyzetét, amelyet a két minta reprezentál. Az "F"-próba alkalmazásának feltétele, hogy normál eloszlású populációt reprezentáló mintának tekinthessük azokat a mintákat, amikre a próbát alkalmazni akarjuk. (Ez a feltétel - a normalitásvizsgálat alapján - teljesült). A próbát az alábbi logikai menet alapján hajtottam végre:

a./  $H_0$ : a két minta azonos varianciájú normál eloszlások reprezentatív mintája ( $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ).

b./ Annak eldöntése, hogy mekkora legyen a szignifikanciaszint.

c./ Kiszámítom mindkét minta varianciáját ( $S_1^2, S_2^2$ ).

d./ Kiszámítom a próba mutatójának empirikus értékét. Az "F"-próba esetében a próbamutató a két minta varianciájának hányadosa.

$$F_{\text{emp}} = \frac{S_1^2}{S_2^2}, \text{ ahol } S_1^2 > S_2^2$$

e./ Kikeresem a próbamutatónak az adott két minta szabadsági fokaihoz és a megkívánt szignifikancia-

szinthez tartozó kritikus értékeket.

f./ Összehasonlítom a próbamutató empirikus értékét a megfelelő kritikus értékkel.

- Ha az empirikus érték nagyobb-egyenlő a kritikus értéknél

$$F_{emp} \geq F_{(\alpha/2)_{krit}}(m_1, m_2)$$

ahol:  $m_1 = n_1 - 1$

$m_2 = n_2 - 1$

akkor elvetem a nullhipotézist.

- Ha az empirikus érték kisebb a kritikus értéknél

$$F_{emp} < F_{(\alpha/2)_{krit}}(m_1, m_2).$$

akkor nincs elegendő indokom a nullhipotézis elvetésére.

A következő fontos kérdés, hogy mekkora szignifikanciaszinten vizsgáljam felül a nullhipotézist. A szakirodalmak alapján az ún. "másodfajú hiba" lehetőségét kívánatos csökkentenem. Ezért a rendelkezésemre álló táblázatok közül az enyhébb (nagyobb számértékű) szignifikanciaszinthez tartozót, vagyis az 5 %-osat választom. Az "F"-próbának már ismert sajátossága miatt ez 10 %-os szignifikanciaszinten való felülvizsgálást jelent, ha az 5 %-os küszöbértéktáblázatot használom ( $\alpha = 0.10$ ,  $\frac{\alpha}{2} = 0.05$ ). Ha az adott szabadsági fokokhoz tartozó kritikus érték nem található meg a táblázatban, akkor a hozzá legközelebbi kisebb és nagyobb táblázatbeli ér-

tékek közül azt az értéket kell választani, amelyik a szigorubb feltételt jelenti a kérdésfeltevés szempontjából. Így az "F"-próba eredménye:

$$F_{\text{emp}} = 1,60781895 < 1,94 = F_{\text{krit}}(30;24),$$

tehát nincs elegendő indokom a nullhipotézis elvetésére, azaz a két tanulócsoporthoz teljesítmény szerinti szóródását ugyanolyannak vehetem.

Ha meg akarok győződni arról, hogy a módszertani kísérlet céljára kiválasztott két tanulócsoporthoz alkalmas-e "kísérleti-kontroll" csoportpárnak, akkor ellenőrizni kell még, hogy  $\bar{x}_1 \approx \bar{x}_2$ , azaz a két csoport átlaga - közelítően - megegyezik-e. Mivel a végrehajtott próbák bizonyították a normális eloszlást és az  $s_1^2 \approx s_2^2$  összefüggést, ezért a kétmintás "t"-próba ennek megfelelő változatával ellenőriztem, hogy  $\bar{x}_1 \approx \bar{x}_2$ .

A próba logikai menete:

- Ho.: a két (minta) csoport azonos várható értékű ( $\mu_1 = \mu_2$ ) normál eloszlás reprezentatív mintája.
- Annak eldöntése, hogy mekkora szignifikanciaszinten kívánom felülvizsgálni a nullhipotézist.
- A próbamutató empirikus értékének meghatározása:

$$t_{\text{emp}} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \sqrt{\frac{n_1 + n_2 - 2}{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}}$$

ahol  $\bar{x}_1$ ;  $n_1$ ;  $s_1$  az egyik csoport (minta),  $\bar{x}_2$ ;  $n_2$ ;  $s_2$  a másik minta átlaga, elemszáma, illetve szórása.

d./ Az  $(n_1+n_2-2)$  szabadsági fokokhoz és a választott szignifikanciaszinthez tartozó  $t_{krit}$  értéktáblázatból való kiválasztása.

e./ Az empirikus és a kritikus érték összehasonlítása és a próba eredményének értékelése;

- Ha  $t_{krit} < t_{emp}$ , akkor el kell vetni a nullhipotézist.
- Ha  $t_{krit} \geq t_{emp}$ , akkor nincs elegendő indokom a nullhipotézis elvetésére.

A próbák eredménye:

$$\text{Az empirikus érték: } t_{emp} = 0,51941831$$

A táblázatban a kritikus érték  $\alpha = 0,05$  és 47 szabadsági fok esetén nincs feltüntetve, ezért helyette a szigorúbb feltételt jelentős értéket választom ( $\alpha = 0,05$ ; szf.: 60)  $t_{krit} = 2,00$ .

Mivel  $t_{emp} < t_{krit}$ , így tehát nincs elegendő indokom a nullhipotézis elvetésére. A két tanulócsoporthat a teljesítményátlaguk szempontjából is egyenértékűnek tekinthetem, tehát megfelelnek arra a célra, hogy egy módszertani kísérletben az egyik a kísérleti, a másik pedig kontrolcsoport legyen.

A három tantárgyra vonatkozó eredményeket táblázatba foglalva mutatom be a 3. részben.

Folytatása a következő számban!

Ujj András százados, főiskolai adjunktus

a hadtudomány kandidátusa

A GONDOLATTÓL A MEGVALÓSULÁSIG, AVAGY A SEMLEGESSEG  
KIALAKULÁSÁNAK FOLYAMATA

II. rész

FINNORSZÁG

A XVIII. század utolsó harmada a svéd korona uralma alá tartozó finnek számára a függetlenné válás gondolatát és lehetőségét hozta el. E gondolat kidolgozója és legnevesebb szószólója Göran Magnus (eredetileg Yrjö Maunu) Sprengtporten volt. Elképzelése szerint Finnországot el kell szakítani Svédországtól és önálló köztársasággá kell alakítani. Jól látta azonban a korabeli erőviszonyokat, ezért nyilvánvaló volt számára, hogy nem mellőzhetik Oroszország segítségét (30).

Ez az elképzelés, amelynek elsősorban a katonatisztek és nemesek szék rétegében akadtak támogatói, csak a napóleoni háborúk idején talált igazi megértésre - a cári udvarban! Az 1808. évi orosz-svéd háború eredményeképpen az ország teljes egészében orosz fennhatóság alá került. Ekkor támadtak fel újra a viták Finnország státusát illetően. Sprengtporten a rendi országgyűlésre alapozott önálló állami lét mellett érvelt, míg egyes orosz vezetők - mint például a hadjáratot irányító Buxhoeveden tábornok - a teljes beolvasztás hívei voltak. I. Sándor Napóleonnal folytatott erfurti megbeszélése után - amelyen megkapta Franciaország hozzájárulását Finnország anektálásához - a viszonylagos finn önállóság mellett döntött. 1809. március 25-én összeült a rendi gyűlés, amely a társadalom minden rétegét képviselte. A cár március 27-én írta alá azt a fogadalmi okmányt, amelyben kötelezte magát az autonóm Finnország Nagyhercegség alaptörvényeinek megtartására, a rendek régi jogainak és privilégiumainak biztosítására és az evangélikus vallás tiszteletben



tartására. I. Sándor eddigi címei mellé felvette a finn nagyhercegi címet is. Az által kinevezett főkörmányzó munkáját a mellé rendelt, lényegében a végrehajtó hatalmat is gyakorló államtanács segítette. 1809. október 30-án megalakították az udvarban működő Finn Ügyek Bizottságát, amely ellen az államtanács azonnal és viszonylag sikeresen tiltakozott.

A Finn Nagyhercegség a későbbiekben is élvezte viszonylagos autonómiáját. Az alkotmány, a képviselőház és a változatosan jogrendszer mellett ezt igazolja II. Sándor 1863-as nyelvrendelete<sup>(31)</sup>, vagy az 1878. évi hadseregtörvény<sup>(32)</sup>, de ez utóbbiak jelentőségét sajnos maguk a finnek is elűlozták. A helyzet III. Sándor (1881-1894) uralkodása idején folyamatosan romlott és II. Miklós (1894-1917) alatt érte el a mélypontját. Felmerült az alkotmány felfüggesztésének veszélye. Mindez annak ellenére történt, hogy a finn vezető körök az alkotmány szabta keretek között kiszolgálták az orosz igényeket és a cár vitás ügyeiben igyekeztek semlegesek maradni. Így történt ez például az 1863. évi lengyel felkelés leverése idején is. Gyakorlati megfontolások alapján amellettt érveltek, hogy a semlegesség nem irányulhat Oroszország ellen, mert a kérdés ilyen értelmű felvetését az oroszok árulásnak fogják fel, ami kárt okozhat a finn autonómiának<sup>(33)</sup>. Az óvatosság ellenére is több elgondolás látott napvilágot Finnország teljes függetlenségét és nemzetközi státusát illetően. Az egyik ilyen elképzelést - teljesen érthető módon - a liberális párt tagjai dolgozták ki<sup>(34)</sup>. Eszerint egy, az európai államok által létrehozott konferencia vizsgálja meg Finnország függetlenné válásának lehetőségeit, a már szuverén állam pedig kapjon semleges státust, amit a két szomszédos hatalom Svédország és Oroszország garantáljon.

Az akkori politikai viszonyok között az elképzelés természetesen keresztülvihetetlen volt. Ahogy erősödött az

oroszl nyomás a finn autonómiaira, úgy erősödött az oroszellenes tendencia is, de a mérsékelt szárny, a "finn párt" két irányzatot képviselt: Az "ófinnek" külpolitikai szövetség megkötését tartották kívánatosnak a cárral, míg a fiatalabb évfjázat, a "fennománok", hazájuknak a hid szerepét szánták Oroszlország és a skandináv országok, illetve a nyugat között. Amint azt a későbbiekben majd látni fogjuk, sok hasonlóság lelhető fel ezen gondolatok és a XX. századi finn semlegesség gyakorlata között, addig azonban még hosszú út vezetett.

Az 1917. februári orosz forradalom eredményeként Finnország önkormányzatát ugyan helyreállították, de június-július folyamán újra korlátozó intézkedéseket vezettek be. Az Ideiglenes Kormány megrémülve a "hatalmi törvény"<sup>(35)</sup> betervezésétől és elfogadásától azt nem vette tudomásul, és július 31-én kelt kiáltványával feloszlatta a finn parlamentet.

Az októberi forradalom eseményei nyomán a már korábban újjáválasztott parlament hosszas vita után 1917. december 06-án deklarálta Finnország teljes függetlenségét. A következő nagy feladat ennek elismertetése volt. Nehezítette a megoldást a háborúból kilépő Oroszlország tisztázatlan helyzete, az európai országok zöme pedig a szovjet hatalom döntésétől tette függővé saját lépését. 1917. december 31-én a népbiztosok tanácsa átnyújtotta az elismerésről szóló határozatát Pehr Evind Svinhufvudnak, a szenátus és egyben a kormány elnökének, aki a finn kormányküldöttséget vezette. 1918. január 04-én aztán Németországgal kezdve az európai hatalmak sorra ismerték el Finnország teljes függetlenségét.

Svinhufvud január 08-án a parlamentben mondott beszédében még ettől is tovább ment: "Finnország olyan semleges ország, amely baráti kapcsolatokat kíván fenntartani minden más országgal"<sup>(36)</sup>. Egyértelműen meghatározta tehát azt a

szándékot, amely alapján a továbbiakban hazája a nemzetközi kapcsolatokban részt kíván venni. A szándék azonban nem realizálódott. A finn baloldal az 1917. nyári-őszi események során megerősödött, ami nem felelt meg a Svinhufvud-kormány elképzeléseinek. Ez, illetve az Oroszországgal kapcsolatos történelmi tapasztalatok készítették a Németországhoz való közeledésre. Ennek első jelei a hadsereg kiépítésében mutatkoztak. Amikor pedig Mannerheim főparancsnok, a volt cári tiszttal offenzívát indított a Finnországban rekedt, kivonulását éppen előkészítő mintegy 40.000 főnyi orosz haderő ellen, a szocialisták megkezdték a hatalomátvétel előkészítését. Január 27-től április végéig uralmon lévő tanácskormány újra Szovjet-Oroszország felé orientálódott. A két kormány március 01-én megállapodást írt alá, amely többek között a finn igények szerint rendezte a határokat, illetve az orosz csapatok kivonásának kérdését. Ez a szerződés nem volt hosszú életű, ugyanis a fehér-finneket segítő, március 05-én megindult a német intervenció és 07-én már alá is írták a német-finn békeszerződést. Ennek értelmében a finn szenátus kötelezte magát, hogy német hozzájárulás nélkül nem hoz döntéseket saját területéről. A titkos megállapodásokban azt is rögzítették, hogy finn területeken a német fél támaszpontokat létesíthet. Svinhufvud még arra is ígéretet tett, hogy Finnországban bevezetik a monarchiát és egy, a németek által kiválasztott hercegnek adják a koronát<sup>(37)</sup>. Az engedmények fejében ígért német segítség azonban csak április 27-én hozta meg a várt eredményt. Ekkor döntötték meg a baloldali kormányt és kezdték meg a német igények kielégítését.

A német-finn szerződés megvalósításával messzebbre került ugyan a semlegesség elérése, de a lehetőség még nem vészett el teljesen. Finnország, amely 1920-ban lett tagja a Népszövetségnek, nem tartozott a Briand-Kellog paktum aláírói közé és a Szovjetunió 1920-as, a szomszéd országokhoz intézett felhívását is elhárította, vagyis nem vállalt köte-

lezettséget a vitás kérdések békés megoldása mellett<sup>(38)</sup>. Ilyen volt például a közös határ kérdése, melyet a Szovjetunió számára előnytelen 1920. október 12-i békeszerződésben rögzítettek. Mindezek ellenére 1932. január 21-én mégis aláírta a Szovjetunióval azt a megnemtámadási szerződést, amely garantálta a közös határok sérthetetlenségét és az egyik fél harmadik országgal kapcsolatos konfliktusa esetén a másiknak semlegességet írt elő. Vizsgálatunk szempontjából a szerződést az is érdekessé teszi, hogy ez az első nemzetközi szintű dokumentum, amely említést tesz az ország semlegességéről. A megnemtámadási egyezményt 3 évre kötötték, majd 1934-ben újabb 10 évre meghosszabbították.

Ugyancsak kedvező lehetőséget jelentett a távlati finn semlegesség szempontjából az "oslói csoporthoz" való csatlakozás<sup>(39)</sup>. Sajnos a kormány kezdetben ennek csak gazdasági vonatkozásait használta ki. Valóban jelentős lépésre 1938. május 07-én került sor, amikor Dániával, Norvégiával és Svédországgal együtt deklarálta semlegességét. A státussal kapcsolatos tennivalókról június 03-án kiadott szabályrendszer a II. Hágai Békekonferencia szellemében fogant ugyan, a nemzetközi elismerésre mégsem került sor. A német-lengyel háború kirobbanása után azonnal, 1939. szeptember 03-án nyilatkozatban újra megerősítették az ország semlegességét és október 12-én elnöki rendelet jelent meg a státusz megőrzéséről. Az elismertetésre azonban most sem került sor. Nem volt rá idő. A Szovjetunió ugyanis még októberben meghívta a finn kormányt Moszkvába, hogy a határokat illetően számára kedvezőtlen 1920-as békeszerződést módosítsák. Kérte a határ vonal észak felé történő eltolását és a Hanko-félszigeti tengerészeti támaszpont átadását. Németország ugyan javasolta a finneknek a személyesen Sztálin által előterjesztett követelés elfogadását, de a kormány csak a határ vonal áthelyezésében volt hajlandó engedni. A döntést két szempont is indokolta tette. Ez egyik a semlegesség volt, amelyet a támaszpont átadása hiteltelenné tett volna. A másik, lényegesen

összetettebb kérdés a Németországhoz fűződő kapcsolatok alakulása. A finn vezetés is tisztában volt azzal, hogy egy német-szovjet háború kirobbanása pusztán idő kérdése, és az ország számára az esetleges német igények kielégítése majdnem akkora kockázattal jár, mint a konfliktusban való részvétel<sup>(40)</sup>. Ezért igyekezett mindinkább eltávolodni a náci Németországtól. Sztálin - akit a többszörösen deklarált finn semlegesség eddig sem zavart - a szakértők legnagyobb meglepetésére november 30-án - tehát a hadviselésre legkevesbé alkalmas időjárási viszonyok között megindította csapatait, és kezdetét vette a mindkét fél számára keserves száraz nyári téli háború. Finnország számottevő segítséget - a "szimpátián és együttérzésen" túl - sehonnan sem kapott<sup>(41)</sup>.

A háborút lezáró, 1940. március 12-én aláírt szovjet- finn békeszerződés túlmélt az 1939-es sztálini igényeken. A Szovjetunió a Hanko-félszigeten kívül megszerezte Délnyugat-Finnország jó részét, beleértve Viipuri városát is. Jóllehet a veszteségek nagyok voltak, a vereség fájdalmas, a szerződés aláírására vonatkozó döntés mégis helyesnek bizonyult. Az ország megőrizte függetlenségét és ezért egyetlen idegen hatalomnak sem kellett elköteleznie magát.

A jövőt illetően azonban különbségek mutatkoztak a politikai és a katonai vezetők elképzelései között. Amíg a "civil" politikusok zöme a semlegesség teljes fenntartása mellett érvelt, addig a hadsereg vezetőinek nagy része a német segítséggel megvalósuló Nagy-Franciaországról ábrándozott, amely Karéliát is magába foglalta volna. Így történetesen, hogy Hitler Finnországot 1941. június 22-én elmondott beszédében szövetségesként aposztrofálta a szovjetek elleni háborúban, ugyanakkor a finn kormány semlegességi nyilatkozatot tett. Minthogy a Szovjetunióknak támaszpontja volt a Hanko-félszigeten, illetve a németek felvonulási területként használták az országot, a semlegességi nyilatkozatnak semmiféle jelentősége nem lehetett. A finn és a német vezérkar együttműködése és a hadseregek összehangolt tevékenysége el-



lenére a június 25-i hadüzenet követő háborúban a finnek saját céljaikért harcoltak és nem játszottak a németeknek alárendelt szerepet. A hadműveleteket az 1940-ben elvesztett területek visszaszerzéséért folytatták és a Leningrád elleni támadásokban már nem vettek részt, jóllehet állásaikat mélyen a szovjet területeken építették ki. Amennyire nem talált helyeslésre és elfogadásra a környező országok részéről a finnek korábbi semlegessége, most épp annyira keltett megutközést az "együttműködő hadviselő" státusa.

A problémát elsősorban értelmezési nehézségek okozták. A nyugat-európai országok és az Amerikai Egyesült Államok számára érthetetlen volt, hogy a "téli háborúban" csodált Finnország láthatóan elkötelezte magát a hitleri Németország mellett, a németek pedig "szövetségesük" együttműködési készségének hiánya miatt láttak okot a felháborodásra<sup>(42)</sup>.

A finn politikának ez a tudatosan kialakított kettőssége tette lehetővé, hogy a kormány - 1943-ban, felismerve a fasizmus háborús vereségét - vizsgálja a Szovjetunió elleni küzdelem befejezésének módzatait. A megoldást megkönnyítette, hogy - éppen a sajátos finn státus miatt - a tárgyalásokat az antifasiszta koalíció többi tagjának bevonása nélkül, csak a szovjet kormánnyal kellett lebonyolítani. A 1944. szeptember 19-i moszkvai fegyverszüneti egyezmény visszaállította az 1940-es határokat, a Szovjetunió lemondott a Hanko-félszigeti támaszpont bérletéről, cserébe viszont megkapta Porkkala bérleti és Petsamo használati jogát. Az egyezmény még egyéb kötelezettségeket is rótt a finnekre, de ezek vizsgálatunk szempontjából nem elsőrendű fontosságúak.

A vereséget szenvedett Finnország a többi vesztes kis-országgal szemben összehasonlíthatatlanul kedvezőbb pozíciókkal léphetett be történelmének II. világháborút követő szakaszába. Területét soha nem szállták meg teljes egészében. Megőrizte társadalmi berendezkedését, fenntartotta po-



litikai intézményrendszerét. Nem kellett megküzdenie sem legitimitás-, sem identitás-zavarral, mint Európa annyi más országának. Főként ennek köszönhető, hogy a Jaltai Nyilatkozat V/c. pontjának megfelelően <sup>(43)</sup>, 1945. március 17-én - amikor javában folyt a Vörös Hadsereg berlini hadművelete - elsőként tartották meg a parlamenti választásokat. Ez a választás hozta vissza a politikai életbe az ekkor már 75 esztendőes Paasikivit. Az idős nyugalmazott bankár - aki kimagasló politikai realitásérzékéről volt híres, és a hitleri fasizmus mellett nem kompromittálta magát - most újra színpelére lépett. Ő volt az, aki a nemzeti egységet a nehéz időkben is fenntartani tudó Mannerheimet felváltotta az elnöki székben 1948 áprilisában.

Történész és filozófus generációk folytattak véget nem érő vitákat a kiemelkedő személyiségek történelemformáló szerepéről: alakíthatja, befolyásolhatja-e valaki az események alakulását, vagy csak a jó helyzetfelismerésnek, netán a vakszerencsének köszönhető egy-egy sikeres lépés?

Nos, Paasikivi tevékenysége önmagában komoly vitát váltott ki a kutatók és a politikát kedvelők körében. A háború befejezése után újra felvetődött a már-már sztereotippá váló kérdés: kivel, milyen jellegű kapcsolatokat kell kiépíteniük a finneknek? Hogyan biztosítsa helyét Finnország a szuverén államok sorában?

A kialakult érdekszférák és erőviszonyok nem kínáltak túl sok megoldási lehetőséget. A Szovjetunióba beolvasztott balti államok sorsa is intő példaként szolgálhatott. (Hasonló esetre egyébként a finn vezérkar a kormány tudta nélkül titkos fegyverraktárakat létesített <sup>(44)</sup>. Paasikivi ebben a kiélezett helyzetben nem a kézenfekvőbbnek ígérkező megoldást - a nyugati hatalmakhoz való csatlakozást a Szovjetunió ellenében - választotta. Felismerte, hogy ez is egyfajta költöttséget, a problémák megoldásának lehetőségei közötti szabad választás korlátozását jelentené Finnország számára. Olyan utat javasolt, amely a finnekben csakúgy, mint a vi-

lág meghatározó politikai erőiben értetlenséget, ellenérzést, csodálkozást vagy éppen csodálatot váltott ki. Véleménye szerint a finn politikának messzemenően figyelembe kell vennie a Szovjetunió biztonsági érdekeit anélkül, hogy ideológiai vonatkozásokban engedményeket tenne a hatalmas szomszédnak. E gondolat természetesen nem előzmények nélküli<sup>(45)</sup> és jóllehet vezérelveit Paasikivi dolgozta ki, egyes elemeit illetően konszenzus alakult ki a legfelsőbb vezető körökben is. Ezt bizonyítja Urho Kekkonen - Paasikivi közeli munkatársa és későbbi utóda a köztársasági elnöki székben - 1943. december 07-én, a svéd parlamentben elmondott beszéde, melyet előzetesen bemutatott Ryti köztársasági elnöknek és a finn parlament külügyi bizottsága elnökének. Figyelemre méltó, hogy az előadás akkor hangzott el, amikor Finnország és a Szovjetunió hadban álltak egymással.

"Az önállóságát megőrzött Finnország számára - márpedig finn részről ez mindenképpen *conditio sine qua non* - a háború után elméletileg ugyanaz az alternatíva adódik, mint 1920-ban: vagy a Szovjetunió ellen irányuló politikát kell folytatnia, vagy pedig a semlegesség álláspontjára kell helyezkednie ... amennyiben a Szovjetunió, mint feltételezzük, nagyhatalom marad, akkor egy szovjetellenes táborhoz való csatlakozás nem fog megfelelni nemzeti érdekeinek"<sup>(46)</sup>.

Függetlenül attól, hogy a fenti megállapítás indoklása az ország biztonságát katonai aspektusból közelíti meg, láthatjuk jeleit a külpolitika későbbi elsődlegességének a finn politika alakulásában.

Egy kis ország, amely egy gyors ütemű és nagy arányú fegyverkezés anyagi hátterét biztosítani nem képes, e gy elrettentésre alkalmas fegyveres erőt fenntartani nem tud és nem is akar, kénytelen a szomszédaiban bizalmat ébresztő és azt erősítő külpolitikát folytatni. Ez az elgondolás kizár

bármilyen Szovjetunió-ellenes szervezethez való csatlakozást.

"Finnországnak nem érdeke, hogy valamely nagyhatalom szövetségeseként előretolt állást képezzen a szovjet határon, állandó készenlétben és annak kitéve, hogy elsőként kerül a háború láncfalpa alá, holott nincs elegendő politikai hatása ahhoz, hogy a háború és béke eldöntésekor számoljanak vele. Finnország ez esetben jogfosztott társ volna egy szövetségben, amely aránytalan és féltő, hogy idővel elviselhetetlen terhet róna rá"<sup>(47)</sup>.

Kekkonen szerint - és ez minden bizonnyal Paasikivivel egyeztetett elképzelés - nincs más járható út, mint a visszatérés a semlegesség politikájához. Így lehetőség nyílik arra, hogy két szuverén ország az igazságosság és élvén alapuló kapcsolataiban maximálisan érvényesítse mindkét fél biztonságát. Paasikivi ugyan megnyerte elképzeléseinek a politikai vezető körök egy részét, de legalább ilyen fontos és nehéz volt a tömegekkel elfogadtatni azt, hogy az államiság maradéktalan fenntartása érdekében egy vesztes háború után éppen a volt ellenséggel kell korrekt, bizalomra épülő kapcsolatokat kialakítani.

"Az elvesztett háború után kialakult helyzet olyan, hogy Finnországnak kell cselekedeteivel szétoszlatni azt a bizalmatlanságot, amellyel a Szovjetunió viseltetik országunkkal szemben. Abból a tényből kell kiindulnunk, hogy Finnország és Oroszország szomszéd volt és az is lesz. Mivel nem változtathatjuk meg és nem is vethetjük el a földrajzi tényezőt, ezért úgy kell cselekednünk, hogy országaink között olyan kapcsolatok jöjjenek létre, amelyek megfelelnek érdekeinknek, azaz jószomszédi kapcsolatok"<sup>(48)</sup>.

A fenti mondatok 1944. szeptember 25-én hangzottak el egy rádióbeszédben. A Szovjetunióval való fegyverszünet meg-

kötése óta még csak 6 nap telt el. Lélektanilag talán ez a legjobb pillanat arra, hogy az ország népével megértessék: a háborút végleg elvesztették és a korábbi helyzet fegyverrel történő visszaállítására ábránd csupán. A jövőt illetően nem vázol alternatívát:

"... függetlenségünket csak akkor biztosíthatjuk, ha kiérdemeltük a bizalmat, és biztosítottuk a jószomszédi kapcsolatokat. Nem két, vagy több út közötti választásról van szó. Csak egy útról beszélhetünk"<sup>(49)</sup>.

Ez az út pedig a semlegesség volt, amely még a vártnál is kisebb ellenállásba ütközött, hiszen a két világháború közötti időben már volt előzménye. Paasikivinek sikerült tehát megszereznie politikája számára a politikusok zömének - kivétel a jobboldal - támogatásán túl a tömegek rokonszenvét is. Ennek bizonyítéka 1946. áprilisi köztársasági elnöki megbízatása. A semlegesség előtti akadályok azonban ezzel még nem háruáltak el. Mind az 1944. szeptember 19-i fegyverszüneti megállapodás, mind az 1947. február 10-én aláírt békeszerződés tartalmazott olyan kitételt, amely ellentétben állt a semlegesekkel szemben támasztott követelményekkel. Az a tény, hogy mindkettő biztosítja (az utóbbi a 4. cikkelyben) a Szovjetunió számára a porkkalai haditengerészeti támaszpontot, kizárja a finn semlegesség nemzetközi elfogadásának lehetőségét. Vannak ugyanakkor biztató momentumok is. A fegyverszüneti megállapodás engedélyezi a békelétszámú hadsereg - vagyis a semlegesség megőrzése egyik eszközeinek - fenntartását. A békeszerződés 13. cikkelye pedig azt mondja ki, hogy "... a szárazföldi, vízi, légi fegyverzet, valamint az erődítmények kizárólag a belső természetű Ugyeket és a határok védelmének feladatait láthatják el"<sup>(50)</sup>.

A fenti Kekkonen idézetek és a nemzetközi szerződésekben foglaltak egyértelműen meghatározták a később Paasikivi-vonalnak nevezett finn semlegességi politika alappilléreit:

bizalomerosító külpolitika, valamint hatékony védelemre képes haderő. Finnország háború utáni gazdasági helyzete az utóbbi prioritását nem tette lehetővé, ezért - a szükségből is erényt kovácsolva - a külpolitikáé lett a főszerep. Szándékaik őszinteségét bizonyítandó, a finnek pontosan és maradék nélkül megfizették háborús tartozásaikat, sőt, hogy a későbbi esetleges nemzetiségi problémákat elkerüljék, vállalták több, mint 400.000 karéliai finn áttelepítését az anyaországba. Ezt 6-8 év alatt végre is hajtották. Hasonló okból utasították vissza 1947 júliusában a kétségtelen anyagi előnyökkel, ugyanakkor a belügyekbe való amerikai befollyással járó Marshall-segélyt is.

Ilyen előzmények után került sor a Szovjetunióval a barátsági, együttműködési és kölcsönös segítségnyújtási szerződés megkötésére 1948. április 06-án. Bár a tárgyalásokat Sztálin kezdeményezte, hogy véglegesítse Finnország helyét az európai politikai sakkasztalon, egy ilyen megállapodás Paasikivi elképzeléseinek is megfelelt<sup>(51)</sup>. A két vezető elgondolása között különbséget a finnek egy esetleges újabb háború esetén teljesítendő kötelezettségei jelentettek. Míg a szovjetek ún. szövetségi szerződést kívántak kötni - amely szerint a szerződő felek békében rendszeres konzultációkat folytatnak, háború esetén pedig automatikusan életbe lép a segítségnyújtási kötelezettség - addig a finnek az együttműködésre helyezték a fő hangsúlyt, mozgásterük jelentősebb korlátozása nélkül. A szovjet javaslatok elvetése és a finn elképzelések megvitatása után a szerződés szövege rekordidő alatt elkészült. A felhívástól az aláírásig mindössze 6 hét telt el<sup>(52)</sup>. A két miniszterelnök - Molotov és Pekkala - által aláírt szerződést a polgári demokráciákban sehol nem kísérték pozitív értékelés. Úgy aposztrofálták, mint a Nyugat elárulását, a finnek kiszolgáltatását a kommunistáknak, vagy mint a helsinki politika moszkvai távirányításának hivatalossá tételét. Ezzel szemben nem történt más, minthogy a II. világháború után nemzetközi szintű dokumentumban először fogalmazódott meg a finn semlegesség szándéka úgy, hogy ahhoz



a nagyhatalom szomszéd nem főz semmiféle - a megvalósíthatóságot kizáró megkötést<sup>(53)</sup>. Jóllehet, a preambulum nevezett része nem tartalmazza a semleges kifejezést, sem szinonimáit, a szándék egyértelműen kiolvasható belőle. A szerződés "figyelemmel arra a törekvésre, hogy Finnország távol kívánja tartani magát a nagyhatalmak érdek-összeütközéseitől" kötött meg<sup>(54)</sup>.

Nemcsak az azt ért kritikák, hanem jelen vizsgálat szempontjából is fontos a szerződés 1., 2. és 6. cikkelyének értelmezése. Ezek ugyanis nyilvánvalóvá teszik, hogy ez a megállapodás alapjaiban különbözik akár a Magyarországgal, akár a Romániával kötött szovjet kétoldalú szerződések-től<sup>(55)</sup>. Ezekre tér ki Paasikivi is április 09-i rádióbeszédében, mintegy megelőzve a későbbi vádakát. Az első két cikkely lényegében kettős biztosítékot tartalmaz a szovjet befolyás elkerülésére egy harmadik féllel kialakult esetleges konfrontáció esetén. Finnország akár egy öt, akár területén át a Szovjetuniót célzó támadás esetén minden rendelkezésre álló eszközzel biztosítani köteles területe sérthetlenségét, esetleg a Szovjetunió segítségét igénybe véve.

A segítségnyújtásra azonban csak külön megállapodás alapján kerülhet sor. A másik biztosíték pedig az, hogy a kialakuló helyzet értékelése is egy kétoldalú tanácskozás témája kell legyen, vagyis együttesen kell megállapítani, hogy agresszió veszélye fenyeget-e. Mindezek mellett a 6. cikkely tartalmazza, hogy "A Magas Szerződő Felek kötelezik magukat, hogy kölcsönösen betartják állami szuverenitásuk és függetlenségük tiszteletben tartása, ugyanigy a másik állam belügyeibe való be nem avatkozás elvét"<sup>(56)</sup>.

A fentiek alapján tehát megállapítható, hogy a szerződés a gazdasági, katonai erejét, nemzetközi politikai súlyát tekintve összehasonlíthatatlanul gyengébb Finnország óriási sikereként értékelhető. Paasikivi szándékai valóra váltak:



"Azt amit a kard elrontott, a tollnak kell ismét kijavítania". A finnek megőrizték függetlenségüket, rendezték kapcsolatukat szomszédaikkal és megteremtették a maguk választotta úton való elindulás feltételeit. Hátra volt még a nagy cél, a semleges státusz nemzetközi elfogadtatása. Ennek két komoly akadálya is felmerült. 1948-ban felbomlott a kormánykoalíció, ami megváltoztatta Paasikivi külpolitikájának belső alapját. Tovább bonyolította a helyzetet a felerősödő hidegháború is. Mivel Finnország ebben az időben is szigorúan tartotta magát a pártatlanság elvéhez, megmerevedett a szovjet-finn viszony is. Bár a gazdasági kapcsolatok javultak - 1950-ben kötöttek egy 5 évre szóló kereskedelmi egyezményt - jelentős előrelépés nem történt. Az Amerikai Egyesült Államok - jóllehet féltelmei a szovjet befolyás erősödésével kapcsolatban nem igazolódtak - továbbra sem vette komolyan a finn szándékot.

Annak ellenére, hogy a két nagyhatalom nem mutatott hajlandóságot akár csak a státusz hallgatóságos elfogadására, Paasikivi további lépéseket tett az ország nemzetközi pozíciójának erősítésére és a Marshall-segély elutasításából fakadó gazdasági hátrányok kompenzálására. Így lett Finnország 1948-ban a Világbank és a Nemzetközi Valutaalap, 1950-ben pedig a GATT tagja. A Sztálin halálát követő időszak változást hozott a világpolitikában is. Ezt a viszonylagos enyhülést használta ki Finnország, hogy újra megkísérelje semlegességének nemzetközi elfogadtatását. Ezt segítette az a tény, hogy 1952-re rendezte a Szovjetunióval szembeni jóvátételi kötelezettségét, ugyanakkor visszafizette az Egyesült Államoknak is összes tartozását. Tette mindezt úgy, hogy közben egyik nagyhatalomhoz viszonyított távolságát sem csökkentette. Ezáltal politikai hitelképessége óriási mértékben nőtt.

Az elismerést hátráltató tényezőként újra csak a porkkallai szovjet haditengerészeti támaszpontot kell megem-

litenünk. Porkkala erre az időre stratégiai jelentőségét már elveszítette és a politikai nyomásgyakorlás eszközként fontosabb szerepe nem volt. A hidegháborúban érezhető átmeneti enyhülés viszont nem tette már szükségessé ilyen eszközök alkalmazását a szovjet-finn kapcsolatokban. Hruscsov ezt felismerve tette meg javaslatát a támaszpont visszaadásáról a 1948. évi szerződés újabb 20 évre való meghosszabbítása fejében. Az 1954 nyarán tett javaslatot Paasikivi elfogadta és személyesen írta alá az egyezményt 1955-ben Moszkvában. Ezzel - illetve a támaszpont 1956. január 26-i hivatalos átadásával - elhárult a semlegesség előtti utolsó akadály, ami azonban nem jelentette az automatikus nemzetközi elismerést. Ausztriától eltérően ugyanis itt nem rögzítették egyetlen dokumentumban a státusból fakadó kötelezettségeket és önként vállalt korlátozásokat, tehát az idegen hatalmaknak nem volt mit elfogadniuk. A finnek "csinálták" a semlegességi politikát, ezt pedig vagy elismerték előbb-utóbb - és ennek megfelelően építették tovább kapcsolataikat Finnországgal - vagy sem. Mivel a világ országainak volt alkalmuk meggyőződni arról, hogy a finnek komolyan veszik a semlegességet, viszonylag gyorsan elismerték azt. Elsőként a Szovjetunió említette Finnországot semlegesként 1955 februárjában az SZKP XX. kongresszusán. Az Egyesült Államok kormánya is változtatott korábbi, a semlegességet erkölcsstelen és elfogadhatatlan magatartásként értelmező álláspontján. Úgy ítélték meg, hogy Finnország státusa vonzó példa lehet a szovjet blokk kisországai számára. (Megjegyzendő, hogy Hruscsov későbbi beszélgetései során a finn vezetőknek elmondta, a legfelsőbb szovjet vezetésben is felmerült ez a gondolat, természetesen nagy vitát váltva ki<sup>(57)</sup>).

A finn semlegesség tudomásulvétele a két szuperhatalom részéről, illetve a Paasikivi által megkezdett politika következetes folytatása a további elismerések egész sorát hozta meg. Megítélésünk szerint a 60-as évek közepére tehető az az idő, amikor a világpolitika összes jelentős szereplője

egyöntetűen és fenntartások nélkül ismerte el: Finnország semleges.

#### J E G Y Z E T E K

30. III. Gusztáv (1771-1792) uralkodása idején újultak ki a svéd-orosz ellentétek.
31. A rendelet értelmében a közigazgatási szervek és a bíróságok az Ugyfelekkel ezentúl finnül is érintkezhetnek. Jogilag egyenjogúvá válik a finn és a svéd nyelv.  
Dolmányos István: Finnország története. Gondolat 1972. 235. p.
32. A finnek részvételével II. Sándor önálló finnországi hadsereget állított fel, igaz csekély létszámban: 5000 fő sorkatona és 30000 fő tartalékos, tüzérség nélkül.  
Dolmányos: i. m. 245. p.
33. V8.: Pochlebkín: SzSzsZR - Finnlandija IMO Moszkva 1975. 100.p.
34. A liberálisok, vagy ahogyan akkor nevezték őket, a "svéd liberálisok" elsősorban a svéd hivatalnokai réteg érdekeit képviselték. Látva II. Sándor intézkedéseit (pl. az 1863. évi nyelvrendelet) pozíciók gyengülésétől tartottak, ami ellen az Oroszországtól való teljes elszakadás gondolatával védekeztek.  
Elképzeléseiket a Helsingfors Dagblad című lap 1863. évi IV. számában fejtették ki.
35. A Finn Szociáldemokrata Párt 1917 júliusában elkészítette az ún. hatalmi törvény tervezetét, amely szerint a finn parlament a belpolitikában egyedül gyakorolja a főhatalmat, a kül- és hadügyi kérdésekben pedig az orosz kormánnyal közösen jár el. A törvényt 1917. július 18-án fogadták el.
36. Einar W. Juro: Suomen kansan aikakirjat X. Helsinki 1938. 296.p.
37. V8.: Dolmányos: i. m. 339.p.
38. V8.: Halmosy: i. m. I. 281.o.

39. A század húszas éveiben Norvégiában, Dániában, Svédországban, valamint Izlandon és Franciaországban ún. skandinávközi egyesülések alakultak, amelyek az északi térség békéjének biztosítását, a gazdasági, kulturális, tudományos kapcsolatok erősítését tűzték ki célul. 1930-ban Oslóban egyezményt irtak alá, amely szerint a résztvevő országok előzetes figyelmeztetés nélkül nem emelik a partnerek felé irányuló kereskedelem vámjait. Ez jelentette a későbbi Északi Vámunió alapját.
40. Vö.: Max Jacobson: Finnország (Mitosz és valóság) Budapest 1990. 33-35. pp.
41. Eltekintünk most azoktól az angol és francia tervektől, amelyek csak részben a finn érdekek védelme érdekében expedíciós csoportok Finnországba küldésével akartak támaszpontokat szerezni, melyeket mind Németország, mind a Szovjetunió ellen felhasználhatónak tartottak. A csapatokat egyébként Norvégián és Svédországon, tehát két semleges államon keresztül akarták Finnországba szállítani. Az expedíciós erőik felállítása lassan haladt, végül pedig a finn kormány nem igényelte a felajánlott segítséget.
42. Az Amerikai Egyesült Államok kormánya szövetségeseivel ellentétben elismerte a szovjet- finn küzdelem különháború jellegét, ennek megfelelően nem is üzent hadat Finnországnak.
43. Halmosy: I.k. 604.p.
44. Vö.: Jacobson i.m. 52.p.
45. Paasikivi már 1940-ben, moszkvai nagykövetség felvetette a finn semlegességgel kapcsolatos gondolatait.  
Vö.: Kekkonen: A finn külpolitika útja. Válogatott beszédek és cikkek. Kossuth Könyvkiadó Bp. 1975. 100. p.
46. Kekkonen: A finn külpolitika útja. Válogatott beszédek és cikkek. Kossuth Könyvkiadó Bp. 1975. 16-17. pp.
47. Kekkonen: i.m. 17.p.
48. Kekkonen: i.m. 22.p.
49. Kekkonen: i.m. 23.p.
50. Ulrich Wagner: "Finnlands Neutralitaet"  
Rapp Verlag Hamburg, 1974. 180.p.
51. Vö.: Paasikivi interjúja az SNS Lehti című folyóirat 1947. február 12. számában.

52. Paasikivi Sztálin levelét február 23-i keltezéssel kapta meg.
53. A szerződés nem foglalkozik Porkkala kérdésével, így ez további tárgyalások témáját szolgáltatja majd.
54. Halmosy: II. kötet 148.p.
55. A szovjet-magyar bartságai, együttműködési és kölcsönös segítségnyújtási szerződés aláírására 1948. február 18-án, míg a hasonló jellegű szovjet-román szerződés aláírására két héttel korábban, február 04-én került sor.
56. Vö.: Halmosy II. kötet 140.p.
57. Vö.: Jacobson i.m. 89.p.

Folytatás a következő számban!

KORSZERU FEDELZETI ELEKTRONIKAI RENDSZEREK  
(áttekintés a külföldi szakajtó alapján)

Fordító: Dr. Horváth János mk. alezredes

**APG-73 típusú rádiólokátor:** 1992 májusában repült először az APG-73 típusú rádiólokátorral felszerelt F-18 típusú repülőgép. Az APG-73 az APG-65 rádiólokátor továbbfejlesztett változata. Az alapváltozattól ez a lokátor a teljesen új adat-és jelfeldolgozó processzorokkal, valamint a modernizált vezérlő generátorával tér el. A rádiólokátort a McDonnell Douglas cég fejleszti az USA Haditengerészetétől kapott 221 millió dollár értékű szerződés alapján.

Az első repülés során a levegő-levegő és a levegő-tengerfelszín üzemmódok első szoftver blokkjának kísérleteit hajtották végre. A "levegő-levegő" üzemmódban sikeresen végrehajtották a légitánc felderítését, "levegő-tengerfelszín" üzemmódban a lokátort térképészeti feladatokra, célfelderítésre és célkövetésre alkalmazták.

Az USA Haditengerészeténél úgy tervezik, hogy ezt a lokátort hosszútávra szólóan tökéletesítik olyan aktív fázisvezérelt antenna segítségével, amely lehetővé teszi a lokátor hatótávolságának kétszeresre növelését. A Hughes cég nemrég szállította le az aktív fázisvezérelt antenna 3 cm-es hullámsávra szóló első egységeit egy 133 millió dolláros szerződés alapján.

Az egységek fejlesztése a Mantech program alapján történik. A program célja olyan egységek kifejlesztése, a 3 cm-es hullámsávra, amelyek ára nem haladja meg a 400 dollárt és mérete legfeljebb 10x1x0,53 cm.

**APG-174A típusú rádiólokátor:** A Texas Instruments cég kapta a megrendelést az első 22 db sorozatgyártású többcélú



APG-174A rádiólokátor szállítására, amelyeket a különleges rendeltetésű csapatrepülőök létrehozását szolgáló program keretében fejlesztettek ki. Tizenegy lokátort ezek közül a speciális rendeltetésű MH-147E helikopterre szerelnek fel, a többit az MH-60K helikopterekre. Később még 50 db lokátort szállítanak. A szerződés teljes értéke 27 millió dollár.

Ez a lokátor lehetővé teszi a repülést 30 m magasságban bonyolult meteorológiai körülmények között éjjel és nappal, továbbá lehetséges terepkövető üzemmódban nagyobb szögsebességű fordulók végrehajtása, mint a korábbi lokátorokkal, ezen kívül nagyobb zavarvédeltsége lesz és a megbízhatósága is növekszik. Egyszerű lesz a műszaki kiszolgálása is. A kiegészítő üzemmódok biztosítják az akadályok kikerülését, térképészeti feladatok végrehajtását, a földi és légi célok távolságmérését és kombinált üzemmódokat. Az irányadó lekérdezését és a meteorológiai felderítést biztosító üzemmódokat később alakítják ki.

Az APG-74A lokátort az F-15E és F-16C/D repülőgépekre telepített LANTIRN rendszerbe tartozó lokátorok bázisán hozzák létre.

Az APG-181 típusú rádiólokátort a Hughes cég fejlesztette ki és jellemzője, hogy kis valószínűséggel lehet befogni. Ezt a kisugárzási teljesítmény adaptációjával, az igen kis energiaszintű oldalszirmokkal rendelkező iránykarakterisztikájú antenna felhasználásával, valamint gyors frekvencia-áthangolással és jelformaváltással érik el.

A lokátor 21 üzemmódban működhet, amelyek között található a terepkövető, az akadálykikerülés biztosító, a navigációs helyesbitését végző, a felderítő, a helyzetmeghatározó, a célfelismerő és célbefogó, valamint a fegyvert célba juttató üzemmód is. Utazósebességgel végrehajtott nagy magasságú repülés esetén a lokátor legalább 240 km széles sávot képes le-

tapogatni. A lokátor adatai alapján értékelni lehet a fegyver alkalmazásának eredményét.

A lokátor készletébe két sikanenna, adó, vevővezérlő generátor, a lokátor jelek és a lokátor adatok feldolgozására szolgáló programozható processzorok tartoznak.

Az antennákat az orrfutótól balra és jobbra azonos formájú, 2,4 m hosszú áramvonalas burkolat alatt helyezik el. Az antenna sugár vezérlését elektronikus úton oldják meg.

Az antenna sugár vezérlését végző számítógép a fázisforogatókat vezérli a célmegjelölő parancsok alapján, amiket a rádiólokációs adatokat feldolgozó processzor küld. Az antenna apertúrájának szintetizálását végző üzemmódban az antenna mozgásának kompenzálását egy platform nélküli inerciális adó végzi. Az antenna súlya 281 kg.

A folyadékhűtéses adót (a tápegységével együtt) egy gyorsan cserélhető blokk formájában alakították ki. Az adóban haladóhullámú elektroncsöves NF erősítőt alkalmaznak.

A vevővezérlő generátor erősíti és átalakítja az antenna által vett jeleket és a távolság felbontás javítása érdekében tömöríti a digitális jeleket. A vevővezérlő generátor néhány blokkja kölcsönösen felcserélhető az APG-70 és APG-71 lokátorok hasonló blokkjaival.

A jelfeldolgozó programozható processzor a vett jelekből kiválasztja a cél adatait és egyéb információt, azután átalakítja ezeket az adatokat, illetve információkat a B-2 repülőgép szabványos adatformátumára. Az így kapott adatokat az adattovábbító sínre és videobemenőjelek sínére juttatja, ami lehetővé teszi a pilótafülkében lévő indikátorok közvetlen vezérlését. A processzor működési sebessége 7,1 millió

komplex művelet másodpercenként, a memória kapacitása 2 millió 24 bites szó (kb. 50 Mbyte).

A rádiolokációs adatokat feldolgozó processzor vezérli a lokátor valamennyi blokkját. A processzor működési sebessége 2,5 millió parancs másodpercenként, a memóriakapacitása pedig 1 millió 16 bites szó (16 Mbyte). A szoftver Jovial nyelven íródott.

A lokátor blokkjainak egymással való kapcsolatát a MIL-T-1553 szabványnak megfelelő adatsinek biztosítják. Az adatsineket védik az átmeneti folyamatoktól és az elektromágneses impulzusoktól.

A lokátor üzemi frekvenciatartománya 12,5 - 18 GHz, tömege 925,5 kg, térfogata  $1,61 \text{ m}^3$ .

**APS-144 típusú rádiolokátor:** Az AIL Systems cég kifejlesztett egy könnyű, kislevegyszású impulzus-doppler lokátort az APS-144-et. Rendeltetés szerint ezeket a lokátorokat csatárepülőgépekre és távirányított repülőeszközökre telepítik. Az APS-144 legfeljebb 20 km távolságra lévő célok keresését és felderítését végzi 15 méteres felbontással. Az antennája kb. 40 cm-es. A lokátor tömege 45 kg.

**MSAR típusú rádiolokátor:** A Loral Defense Systems cég bemutatta a miniatűr MSAR lokátort, amely antenna apertúra szintetizálás üzemmódban működik. Ez a lokátor képes a szárazföldi parancsnokoknak biztosítani real-time üzemben, bármilyen időjárási viszonyok között, közel fénykép minőségben annak a területnek a képét, amely fölött elrepül a hordozó repülőeszköz. A lokátor tömege 20 kg, térfogata  $0,028 \text{ m}^3$ . A felbontóképessége 1-3 m. Az alacsony (3 m) felbontóképesség esetén a felvétel szélessége 1,7 km a repülési útvonal mindkét oldalán, a magas (1 m) felbontóképesség esetén pedig 0,675 km. A lokátor léghűtéses 160 W fogyasztású. Működési

távolsága 18,5 - 27,8 km. A feldolgozatlan információ továbbítási sebessége 40 Mbit másodpercenként. Rendelgetés szerint ezt a lokátort robotrepülőgépekre szerelik.

**DAV típusú rádiólokátor.** A Dassault Electroniques cég saját költségén kifejlesztette a helikopterek számára a DAV típusú impulzus-doppler lokátort. Ez a lokátor az amerikai Longbow lokátor megfelelője. Rendelgetése: a személyzet számára felderítési információt szolgáltatni a légicélekről, felismerni azokat és célmegjelölő parancsokat adni a fegyver alkalmazásához.

Fő része az antenna blokk, amelyet a forgóláptákoszord tengelyének felső részében helyeznek el. A blokk súlya 40 kg. A blokkba tartozik az antenna, az adó-vevő, a rádiólokációs jelfeldolgozó elektronikus egység, a tápegység és az antenna szög helyzetét vezérlő blokk. A lokátor biztosítja a mozgó, valamint a függeszkedő célok felderítését. Automatikusan összehasonlítja a célról érkező jeleket a könyvtárba táplált potenciális célok képével, megméri a távolságot, az irányt a helyszöveget és a sugárirányú sebességet. Jelenleg a célfelderítési távolság 7 km, amelyet a jövőben 9-10 km-re növelnek.

A lokátor fejlesztését 1984-ben kezdték és 1991-ben egy nullszériás példányt repülés közben vizsgáltak egy Puma helikopteren. A francia szárazföldi csapatoknál végrehajtották az ilyen lokátorral felszerelt helikopterek üzemeltetési értékelését és sikeresnek ítélték azt. Ennek eredményeképpen megrendeltek két kísérleti példányt, amelyeket 1994-ben szállítanak le. Ezenkívül a Dassault Electroniques cég egyezményt írt alá az Electronics Space céggel a helikopter lokátor USA-beli eladásáról. Az USA szárazföldi csapatai az AH-64 Apache helikoptereket tervezik felszerelni a francia lokátorokkal, így azokon nem lesz Longbow rendszer, valamint az CH-53-as helikopterek közül azokat, amelyeket nem alakítottak át Kiowa változáttá.

**Camille típusú rádiólokátor.** A Thomson CSF cég kifejlesztette a "Camille" fedélzeti lokátort, amely milliméteres hullámhosszon működik, rendeltetése, hogy rossz időjárási körülmények között felderítse az ellenfél nagy távolságra lévő helikoptereit és harckocsijait. Ez a lokátor könnyen összekapcsolható a tankelhárító rakéták rávezető rendszerével.

A "Camille" jellemzői megegyeznek az olyan amerikai lokátorok jellemzőivel, mint a STARTLE/MTAS. A "Camille" lokátorban azokat a műszaki megoldásokat tervezik felhasználni, amelyeket egyrészt a röppálya utolsó szakaszán irányított tüzerzéségi lövedék (MLRS) kifejlesztését szolgáló program során, másrészt pedig a ROMEO típusú akadály kikerülő lokátorban alkalmazták. Távolabban a "Camille" bázisán egy automatikus célfelderítő-célkövető rendszer kifejlesztését tervezik.

**Ocean Master típusú rádiólokátor.** A Thomson-CSF és a Telefunken cég együttműködve fejlesztik az új tengerfelszín figyelő lokátort, az Ocean Mastert. Ezt a lokátort az NH 90 típusú helikopter, illetve az MPA-90 típusú tengeri őrző repülőgép részére fejlesztik. A lokátor 3, gyorsan cserélhető blokkból áll. Tömege az antennával és az indikátorral együtt 90 kg. Az egyik letapogatási sávból a másikba történő áttérés és az adatfeldolgozás rejtett végrehajtása, továbbá a kisméretű célok pontos felderítése (a tengerfelszínről érkező zajok egyidejű elnyomása mellett) érdekében a frekvencia gyors áthangolását hajtják végre. Az éles kontrasztú kép elérése érdekében rövid impulzusokat használnak nagy sűrítési együtthatóval. A hajótípusok felismerésének javítására tervezik bevezetni az antenna apertúra inverz szintézisével működő üzemmódot. A tervező cégek úgy számítanak, hogy az őrző repülőgépek számára mintegy 1300 lokátorra lesz szükség 7-9 milliárd dollár értékben.



**ECP-10 típusú rádiólokátor.** A brazil légierő szerződést kötött az SMA és a Tecnasa cégekkel az SCP-10 típusú lokátorok gyártására.

Ez a lokátor egy olyan koherens impulzus-doppler lokátor, amelynek jók a visszavert jelek elnyomását biztosító jellemzői. A lokátor fejlesztése 1988-ban kezdődött és az első kísérleteket 1991-ben hajtották végre. A sorozatgyártást a két cég egyenlő arányban osztja el egymás között.

A lokátor a következő üzemmódokon működik:

"Levegő-levegő" üzemmód az alsó légtérben történő letapogatás lehetőségével; átrepülő célok követése (néhány cél); légiharc automatikus követéssel és felderítéssel; földi célok távolságának mérése; földfelszín feltérképezése.

Az olasz légierő ezt a lokátort saját AMX típusú gépeire tervezi felszerelni, a brazil pedig az F-5 típusú gépek korszerűsítésére szeretné felhasználni.

#### **Rádiólokátor-fejlesztés perspektívás vadászrepülő részére**

A GEC-Marconi és a Thomson - CSF cégek társaságot alapítottak GTAR (GEC-Thomson Airborne Radars) néven, amelynek alapvető feladata a harci repülőgépek új nemzedéke számára és a ma rendszerben állók korszerűsítésére aktiv fázisvezérelt antennával felszerelt rádiólokátorok kifejlesztése. A bemutatandó mintapéldány kifejlesztése 10 évet vesz igénybe. A mintegy 2-3 év hosszúságú első szakaszt a mintapéldány egységeinek fejlesztésére fordítják, ezeket földi vizsgálatokra szánják. A második szakasz munkálatait a repülés közbeni vizsgálatok céljára alkalmas kísérleti példány kidolgozására koncentrálik. Az intenzív repülés közbeni vizsgálatok eredményeként a GTAR társaság reméli, hogy elnyeri a teljes fejlesztési szerződést. A sorozatgyártást 2020-2025 körül terve-



zik megkezdeni. Az aktív fázisvezérelt antennával felszerelt új rádiólokátor kifejlesztésének várható költségei mintegy 800 millió dollárt tesznek ki.

A cégek a lokátor fejlesztési munkálatainak végzését alapvetően saját források felhasználásával tervezik. Mindazonáltal reménykednek mindkét ország kormányzati szerveinek pénzügyi segítségében.

A GTAR vezetése távlataiban elképzelhetőnek tartja más országok cégeinek bevonását a munkálatokba, azonban a kezdeti szakaszban ezek csak európai cégek lehetnek. A jövőben elképzelhető amerikai (pl. a Hughes) cégekkel is az együttműködés, bár az USA-ban élő export korlátozó rendszabályok ezt az együttműködést megnehezítik.

#### **Optoelektronikai rendszerek**

##### **A FLIR AN/AAS-38 rendszer törlésesítése**

A Loral cég hajtja végre a FLIR AN/AAS-38 rendszer tervezett korszerűsítését, minek eredményeként a képméret 8-12-szeres növelése, a lézerefolt követése és lézeres célmegjelölés válik lehetővé. A korszerűsített NITE Hawks rendszert az AV-8B, az F-15, F-16, a Tornado és a Mirage gépekhez ajánlják.

**Az AESOP rendszer.** A Hughes Aircraft cég 1992-ben szolgáltatta le az USA szárazföldi csapatainak az AESOP optoelektronikai rendszer két mintapéldányát repülés közbeni kísérletekre. Az AESOP rendszert a korszerűsített AAQ-16 éjjellátó rendszer, lézeres távolságmérő és célmegjelölő, valamint 3-szoros nagyítást adó infravörös távcső alkotja.

**A FLIR-rendszer.** 1992-ben a Japán Honvédelmi Minisztérium Tudományos Kutató Intézete a korszerűsített FLIR-rendszer

kipróbálására repülés közbeni kísérletsorozatot tervezte. A kísérleteket 1993. márciusában kell befejezni. Az új rendszert a Mitsubishi Electric cég fejleszti egy 31 millió dolláros szerződés keretében. A rendszer sorozatban gyártott példányait az FS-X vadászgépekbe építik be.

**Az AN/AAQ-8 - rendszer:** A Loral cég valósítja meg a B-52 G/II. repülőgépeken található FLIR AN/AAQ-8 - rendszer korszerűsítését. A korszerűsítés az infravörös adó és a hűtőrendszer cseréjében nyilvánul meg. A modernizált rendszerben platina-szilicid alapú, 480x480 elemű infravörös adót használnak, amely nem letapogató mátrix elrendezésű és az optikai rendszerfókusz síkjában helyezkedik el. A mátrix üzemi hullám hossza 3-5 mikrométer. Az új hűtőrendszer lehetővé teszi a mátrix 74 °K-ra történő lehűlését. A hűtésre felhasznált teljesítmény 14 Watt. A korszerűsítés során végrehajtott módosítások lehetővé teszik az egy meghibásodásra jutó átlagos üzemi időnek 120 órától 2700, a jövőben pedig 5700 órára történő növelését.

**A Hi-Mag rendszer:** A Hughes Aircraft cég az AN/AAQ-16B rendszer bázisán egy új éjjellátó rendszert fejlesztett ki, amelyet Hi-Mag rendszernek nevezett el. A rendszer erős nagyítást ad a nagy távolságra lévő célok felismerésére és széles látószögével segíti a helikopterek éjjeli, bonyolult időjárási körülmények közötti vezetését. A rendszer a hőenergiát videojelekké alakítja, amelyek nagyfelbontású képet adnak még teljes sötétség, füst, por és pára esetén is. A Hi-Mag rendszer új három látóterű távcsövet kapott, amelynek automatikus követés és stabilizáló berendezését tökéletesítették. Kialakították a lézer alkalmazásának lehetőségét is.

A fejlesztés alapjául szolgáló AN/AAQ-16B rendszert 1984 óta gyártják sorozatban és az USA szárazföldi és haditengerészeti erői, tengerészgyalogsága és légierője fegyverzetében álló helikoptereken alkalmazzák, valamint tervezik a V-22

Osprey repülőgépre történő felszerelését is.

**Az IIS-rendszer.** Az IIS (Infrared Imaging System) rendszert a LIRIS cég fejlesztette ki a Tornado repülőgép feldeleit változata számára. 49 készletet szállítanak belőle. A TORNADO gépeken korábban alkalmazott AN/AAD-5 rendszerrel összehasonlítva az új rendszer 12-szer gyorsabb információ-továbbítást tesz lehetővé és a látóterét 50 %-kal, az érzékenységet pedig kétszeresére növelték. Az IIS-rendszer a képet száraz előhívású, 100 méter hosszú filmre rögzíti. Az IIS-től kapott információ rögzítésétől számított 30-40 másodperc elteltével a képet a pilótafülkében lévő televízió ernyőjén meg lehet nézni.

**Lézerlokátor kifejlesztése.** Nagy-Britannia és Franciaország olyan repülőfedélzeti lézerlokátor-rendszer kifejlesztését tervezi, amely lehetővé teszi a terepkövetést és célfelismerést. A széndioxid lézert felhasználó rendszert repülőgépekre és helikopterekre egyaránt tervezik beépíteni.

A lézerlokátor felhasználása a korszerű aktiv rádiólokátorokkal szemben - amelyek könnyen felfedezhetőek - lehetővé teszi a passzív terepkövetést.

A széndioxid lézert alkalmazó lézerlokátor - CLARA (Compact CO<sub>2</sub> Laser Radar System) - fejlesztési programjának munkálatait Nagy-Britannia és Franciaország párhuzamosan végzi.

Az új lézer-rendszer képes lesz: észlelni a földön lévő akadályokat; terepkövetésre; a valódi sebesség mérésére; a földi és légi célok jellemzőinek meghatározására.

Franciaország már kipróbálta a valódi sebességmérését a lézer-rendszerrel egy Mirage-repülőgépen. Nagy-Britannia pedig értékelő méréseket végzett a lézer magasságmérőn, vala-

mint helikopter fedélzetén elhelyezett földi akadályokat felismerő rendszeren.

### Számítástechnika

A McDonnell Douglas cég az új fedélzeti digitális számítógépe számára a Telesoft cég TeleGen 2 szoftverét választotta ki. Ezt a számítógépet - amelyet a F-15E és F-15 repülőgépek MSIP program keretében továbbfejlesztett változataira terveznek beépíteni - VHSIC áramkörök bázisán fejlesztette a cég. A cég 50 komplett rendszert szállít, melyekhez második generációs fordító programot is mellékel. Ez a fordító program a VAX típusú számítógépre épül és feladata a MIL-STD-1750 A szabványnak megfelelő processzorok rendszerbe illesztése. A fordító programot használják fel a nyelvi környezetbe illesztésre, a bázisprogramok installálására, az általános optimalizálásra és az ADA-programnyelv adaptálására.

Az F-15E és az F-15 repülőgépeken ma rendszerben álló IBM gyártmányú 16 bites fedélzeti számítógépek - melyek memória kapacitása 256 Kbyte az F-15E és 128 Kbyte az F-15MSIP repülőgépek esetén - már nem felelnek meg a mai követelményeknek. Az új, sorozatban gyártott, fedélzeti számítógépeknek három - MIL-STD 17500 A szabványnak megfelelő - VHSIC áramkörökre épített processzor egységet kell tartalmazniuk és a memória kapacitása nem lehet kevesebb 1,5 millió szónál. Az ADA nyelven megírt szoftvernek kb. 350000 báziskódban írt sort kell tartalmaznia.

#### **Az F-15 repülőgép számára készülő fedélzeti számítógép**

A Texas Instruments cég új blokkrendszerű fedélzeti számítógépek fejlesztésébe fogott az F-15 repülőgépek számára. Ez a gép váltja fel a 3 fedélzeti számítógépet és új feladatok megoldására felhasználható plusz számítókapacitással rendelkezik. Az új fedélzeti számítógép a következő egy-

ségekből fog felépülni: RISC struktúrájú R3000 típusú 32 bites processzoron felépített adatfeldolgozó blokk; multiplexer csatorna egység; a fedélzeti rádióelektronikai rendszer indikátorát vezérlő processzor-blokk; indikátor meghajtó blokk; tápegység. Ezeket a blokkokat a fedélzeti rendszerek tartó állványán helyezik el digitális modulok felerősítésére szolgáló, a SEM-E elektronikus modulok szabványméretének megfelelő hornyok alkalmazásával. A szoftvert ADA nyelven írják meg.

**STAR MVP központi egység:** A Lockheed Sanders Avionics cég STAR MVP típusú egykártyás központi egységet ajánl az F-16, C-130, C-130I és a C-141 repülőgépek fedélzeti rádió-elektronikai rendszereiben történő felhasználásra.

AVME szabványnak megfelelő STAR MVP központi egységet a MIPS cég kristály blokkja katonai változatának bázisán fejlesztették ki. A STAR MVP a következő egységekből épül fel: két - a Lockheed Sanders Avionics cég által kifejlesztett - mátrix pont, amelyek mindegyike 20000 bemenetet tartalmaz; a MIPS cég RISC struktúrájú 32 bites R-3000 mikroprocesszora (műveleti sebessége 20 millió művelet másodpercenként), amelyet kiegészítenek egy R 3100 típusú lebegőpontos aritmetikai mikroprocesszorral (műveleti sebessége 12 millió művelet másodpercenként).

A központi egységet 6x6 VME szabványú kártyán helyezik el és hőelvezetési módszerrel hűtik. Elhelyezésére az ATR szabványnak megfelelő, 15 egység tárolására alkalmas dobozok alkalmazhatók. A központi egység ADA vagy C nyelven írt szoftverrel működik. Az egy meghibásodásra jutó átlagos üzemidő 30000 óra.

#### **A VMS rendszerek szentimentáliségei**

1992-ben a NASA, a McDonnell Douglas és a Smiths Industries cégek egy új magas integráltsági fokú számítógé-



ség repülés közbeni vizsgálatát hajtották végre. Ez a számítógépség lesz a központi eleme annak a fedélzeti automatikus irányító rendszernek (VMS-Vehicle Management System), amelyet a NSA F-15 HIDEK (Highly Integrated Digital Electronic System) repülőgépen terveznek felhasználni. A számítógépséget olyan RISC struktúrájú, párhuzamos adatfeldolgozást végső mikroprocesszorokkal tervezik, amelyeket a fedélzeti rendszerekbe építenek be az irányítási jellemzők javítása és az életképesség növelése érdekében.

A számítógépséget a Smiths Industries cég fejlesztette ki, az ADA nyelven írt szoftver pedig a McDonnell Douglas cég terméke.

**Az ICAAS Program fedélzeti számítógépe:** A RISC struktúrájú R3000 típusú mikroprocesszorok felhasználásával egy új 32 bites fedélzeti számítógépet fejlesztenek ki az ICAAS (Integrated Control Avionics for Air Superiority) program részére. Az új számítógép műszaki adatai a következők: 3 vagy 4 R3000 típusú mikroprocesszor alkotja, amelyek együttműködnek több R3010 típusú lebegőpontos aritmetikai mikroprocesszorral; működési sebessége 25 MHz órajel frekvencia esetén 5 millió parancs másodpercenként; a cash parancsmemória kapacitása 128 Kbyte (elérési idő 25 nS); az EPROM tár kapacitása 128 Kbyte (elérési idő 25 nS) a memória bővítő kártya adatai: az EPROM tár kapacitása 2048 Kbyte (elérési idő 250 nS); a RAM tár kapacitása 512 Kbyte (elérési idő 120 nS); a ROM tár kapacitása 4 Kbyte (elérési idő 250 nS); a belső sín Multibus II. típusú; a külső kapcsolatokat a szabványos MIL-STD-1553 sinnen keresztül tartja; külméretek: 249,23x198,43x327,02 mm; a tömeg 10,4 kg; felvett teljesítmény 83 watt; az egy meghibásodásra jutó átlag üzemidő 1500 óra. A szoftvert ADA nyelven írták és 84750 kódsort tartalmaz.



## Navigációs berendezések

**Az LN-100 rendszer:** A Litton Guidance and Control System cég a McDonnell Douglas Helicopter cégnek egy 6 millió dollár értékű szerződés keretében L-100 típusú lézer inerciális navigációs rendszert szállít a Longbow Apache tankelhárító helikopterekhez. A L-100 rendszer helymeghatározási hibája 1,85 km óránként és kevesebb mint 9 kg a tömege. A rendszer részét képező Kalman-szűrő végrehajtja az inerciális navigációs rendszerből, a GPS csillagászati navigációs rendszerből és a doppler rádiólokátorból érkező mérési adatok integrálását.

**A Sigma RL 90 rendszer:** A Sagem cég elvégezte a Sigma RL90 lézer navigációs rendszer repülés közbeni vizsgálatát. Ezt a rendszert építik be az 1991. márciusában első repülését végrehajtott Rafale COI repülőgépre. A Sigma RL 90 rendszer első két példányának bevizsgálását a Dassault Aviation cég végezte. A rendszer az üzemkészéget 4 perc alatt éri el, navigációs hibája kisebb 1,85 km-nél óránként, tömege pedig 18 kg. A repülőgépre két inerciális navigációs rendszert telepítenek.

**A FIN 3021 rendszer:** A GEC Ferranti cég leszállította a FIN 3021 inerciális navigációs rendszer első kísérleti példányát repülés közbeni vizsgálatok céljára. A vizsgálatokat egy British Aerospace 125 típusú repülőgépen végzik el. Az inerciális navigációs rendszer központi eleme egy 162-200 típusú szabványos gyűrűs lézerpörgettyű. A kísérletek célja, hogy az inerciális navigációs rendszer jellemzőit az USA Légierő követelményeinek megfelelő szintre hozzák.

**A Pixyz rendszer:** A Sextant Avionique cég kifejlesztette a Pixyz lézer inerciális navigációs rendszert a Tiger típusú helikopterekhez. A rendszer alapja egy háromtengelyű monoblokk rendszerű pörgettyű, amely három darab 14 cm-es optikai átmérőjű négyzetes rezonátort tartalmaz. Ilyen elrendezésű

pörgettyőben csak 6 tükröt és 4 elektródát használnak. A pörgettyő érzéketlenségi sávját vibrációs alaplap alkalmazásával küszöbölik ki. A pörgettyő véletlen precessziója 0,1 fok másodpercenként. A pörgettyőn kívül az inerciális navigációs rendszer részei még: az szilícium gyorsulásmérők, két 68020 típusú mikroprocesszor, speciális Asic típusú integrált áramkörökből felépített elektronikus áramkörök stb. A rendszer tömege 5,5 kg, térfogata 5,5 dm<sup>3</sup>.

**Hajszáloptikai pörgettyő:** A Litton cég aktív munkálatokat végez a hajszáloptikai pörgettyők fejlesztése terén. Ez a cég fejlesztette ki és mutatta be azt a kisméretű inerciális mérőegységet, amelyben lévő pörgettyő precessziója kisebb mint 1 fok másodpercenként. Ugyancsak ez a cég szállította az USA Haditengerészet Kutatóintézete számára azt a 101,6 mm átmérőjű egységet, amely 1 km hosszú hajszáloptikai kábelt tartalmaz. 1990-ben a Litton cég 13 millió dolláros szerződést kötött a DARPA vezetésével egy olyan komplex navigációs rendszer kidolgozására, amelyet hajszáloptikát alkalmazó inerciális navigációs rendszer és műholdas navigációs rendszer (GPS) alkot. A navigációs rendszer tömege 3,17 kg.

**Hajszáloptikát alkalmazó inerciális mérőegység:** A Smith Industries cég kifejlesztette az első olyan hajszáloptikai, pörgettyőt alkalmazó inerciális mérőegységet, amely alkalmas repülőfedélzeti felhasználásra olyan rendszerekben, mint a rakéta vezérlő és rávezető rendszer, a katonai és polgári repülőgépek irányfuggóleges rendszerrel, a fedélzeti rádiókódkátorok stabilizáló rendszere stb. A hajszáloptikai pörgettyő az egyesített optikai rendszer és egy hajszáloptikai kábeltekercs kombinációja. Fényvezetőként olyan hagyományos hajszáloptikai kábeleket használnak, mint a földi hírközlő rendszerekben. A hajszáloptikai tekercset közös tartóra építik az egyesített optikai rendszerrel, a fényforrással, a detektor erősítővel, a három gyorsulásmérővel és a vezérlő elektronikával. Fényforrásként szuperlumineszcens diódákat alkalmaz-

nak. A blokk tömege 424,5 gramm, fogyasztása 8 watt, a mérete 106,2x70,8x6,8 mm.

**Kvarcpörgettyű.** A Rockwell International és a BEI Electronics közösen fejlesztenek egy a kvarckristály piezoelektromos hatásán alapuló pörgettyűt az olcsó, kisméretű inerciális mérőegységek számára. A kvarcpörgettyű jóval egyszerűbb felépítésű, kisebb méretű és olcsóbb, mint a lézer- vagy a hajszál-optikát felhasználó pörgettyű. A kvarcpörgettyű lelke egy forgó részeket nem tartalmazó mikrominiatűr kvarc-szögsebesség adó. A szögsebességeket vibrációs, akusztikus frekvencia stabil generátor, ún. "kamerton" segítségével határozzák meg, amely a kimenőjel kialakítása céljából egy másik "kamerton" vezérel. Az első "kamerton" egy a "kamerton" fogazatát nagy frekvenciás rezgésbe hozó generátor működteti. Bármilyen külső szögmozgás befolyásolja a fogazat rezgésjellemzőit, mivel a fogak helyzetét egymáshoz képest megváltoztatja. Ez mintegy leképezi az egész szerkezetre ható forgatónyomatékokat, amely pedig a bázismozgással arányos.

A másik "kamerton" fogazata a forgatónyomatéokra reagál és kis amplitudójú kimenőjelet szolgáltat egy nagy érzékenységgű erősítő számára. Az erősítő jelét (kimenőjel) elektronikus úton egyenáramú jellé alakítják, mely arányos a szögsebességgel.

**Térképészeti rendszer.** Az Elbit cég kifejlesztett egy térképészeti rendszert, amelyet a svéd légierő 15 db Agusta A 109 típusú helikopterére szerelnek fel. Ez a rendszer egy digitális generátorból, egy térképészeti indikátorból, egy speciális billentyűzetből (melynek segítségével viszik ki az információt a térképészeti indikátorra) és egy a térképészeti alapadatokat őrző optikai memóriából áll. A térképészeti alapadat bázist mágneslemez-meghajtó és cserélhető mágneslemezek segítségével töltik fel. Így 300x300 km területű földterület térképészeti adatait lehet betáplálni. Ha a képernyőn

Cindikátoron) megjelenítjük ezeket a területeket, akkor mód van kiegészítő információ felvitelére az akadályokról, a harcfeleladat végrehajtása szempontjából fontos adatokról, a repülési útvonalakról stb.

A rendszernek két fő üzemmódja van. Az egyik üzemmódon lehetőség van a memóriában digitális formában őrzött területek térképét megjeleníteni 1:50000 vagy 1:200000 léptékben. A másik üzemmódban a helyszög adatok felhasználásával annak a területnek a kétdimenziós képét lehet megjeleníteni, amelyik fölött éppen repül a helikopter.

**A GPS rendszer vevő berendezése.** A Litton cég szerződést kötött a Boeing céggel valamennyi Boeing 777 típusú repülőgépre nyolccsatornás LTN 2001 típusú GPS vevővel történő felszerelésére. Ezt a vevőt a repülési mód optimalizáló rendszerrel és az inerciális navigációs rendszerrel illesztik össze. Az első készletet a gyártó 1992 végén szállítja le repülés közbeni bevizsgálásra.

#### **Az információ megjelenítésére szolgáló eszközök**

#### **Véleményes technológiával készült félig áteresztő deflektor alkalmazó homloküveg indikátor (HUD)**

A Brit Légierőnél 1991-ben Tornado GR4 repülőgépeken tervezték végrehajtani a Smiths Industries cég által kifejlesztett homloküveg indikátor (HUD) repülés közbeni vizsgálatát. Ezen kísérletsorozat keretében fogják értékelni az indikátor különleges optikai elemeinek - a vékonyréteg technológiával készült félig áteresztő, színfelbontó, változtatható kontrasztosságú deflektor - hatékonyságát. A deflektort az Omitec Electro - Optiks cég Thin Films intézete fejlesztette ki. A fenti homloküveg indikátor vizsgálatával egyidőben kellett végrehajtani egy másik - éjszakai támadásra tervezett megnövelt fényerejű képet adó, széles látóterű - homloküveg

indikátor vizsgálatát is.

A deflektor új bevonata lehetővé teszi a kép fényerejének 3-6-szoros növelését a hagyományos bevonatokkal létrehozottakhoz képest. Ez egyrészt javítja a mozgó jelzések leolvasását, másrészt lehetővé teszi a FLIR rendszer által szolgáltatott képek nappali fénybeni észlelését is.

A deflektorok megalkotásánál a cég felhasználta azoknak a fényvisszaverő szűrőknek a gyártása során alkalmazott vékonyréteg-technológiát, amelyek a sugárzás spektrumának teljes sávjában működnek. Ez lehetővé teszi a fényáram hullámhosszának és áteresztési sávszélességének, továbbá a szűrő visszaverési együtthatójának a változtatását a szűrő teljes felületén.

A ma létező holografikus homloküveg indikátorokban a visszaverő szűrő hatása a fényképezeti közeg gyanánt szolgáló zselatin rétegben jön létre. A cég szakértői a vékonyréteg technológiával készült rendszert hatékonyabbnak tartják a holografikus homloküveg indikátorokban alkalmazott rendszereknél, mivel bizonyos mértékig független a megfigyelés szögétől (irányfüggetlen), stabil üzemeltetési jellemzőkkel rendelkezik és a külső környezetet közel eredeti színekben adja vissza. A vékonyréteg-technológiával készült félig áteresztő deflektort alkalmazó homloküveg indikátor tömege mintegy fele lesz a holografikus homloküveg indikátorokénak.

**Folyadékkristály indikátorok.** Az USA Légierője 2 millió dolláros szerződést kötött az Optical Imaging System céggel az F-15, a KC-135 és az E-3 típusú repülőgépekre beépíthető mátrix rendszerű aktív folyadékkristály-indikátorok gyártására. Úgy hírlik, hogy ezek lesznek az USA harci gépein az első ilyen rendszerű színes indikátorok. Ezek a folyadékkristály-indikátorok fogják felváltani azokat az elektromechanikus fedélzeti indikátorokat, amelyek műszaki kiszolgálása igen



költséges, gyakran meghibásodnak és javításuk sok gondot okoz. A szerződés szerint 150 indikátort szállít a cég.

**A Knighthelm rendszer:** Az Avionics cég fedélzeti indikátorokkal foglalkozó osztálya megbízást kapott a Brit Védelmi Minisztériumtól a "Knighthelm" sisak-indikátor rendszer technológiai bemutató programjának végrehajtására. A repülés közbeni kísérleteket a Tornado GR 1. típusú repülőgépen végzik el. Ezt a kétüzemű rendszert egy a kép fényerejét növelő kettős elektronoptikai erősítő és egy a hajózó fejének helyzetéről információt szolgáltató mágneses adó alkotja. Az erősítőhöz egy a képformátumokat befolyásoló programozható mikroprocesszor csatlakozik.

**Az OPSIS rendszer:** A Sextant Avionics és az Intertechnique cégek a Rafale repülőgép számára kifejlesztették az OPSIS (Operational Sight Integrated System) nevű sisak-indikátor és célmegjelölő rendszert. Ez a rendszer egyesíti magában a sisakon elhelyezett célzókészüléket és egy olyan homloküveg indikátor rendszert, amelyben az információ közvetlenül a sisak védőüvegén jelenik meg. A sisakot az Intertechnique cég fejlesztette ki. Tömege az elektronikával és az oxigén-maszkkal együtt 1,45 kg. Az OPSIS rendszer biztosítja a célmegjelölést és célbefogást, valamint a sisak védőüvegére folyamatosan kivetít minden nélkülözhetetlen információt, amely szükséges a harci feladat végrehajtásához, továbbá a navigációs adatokat, valamint előzetes információt a gépet érő támadásról.

**A DASH rendszer:** Az ELBIT cég kifejlesztette, valamint végrehajtotta a repülés közbeni, az értékelő és az üzemeltetési vizsgálatokat a DASH (Display and Sight Helmet System) nevű sisak-indikátor és célmegjelölő rendszeren és hozzáfogott a sorozatgyártáshoz. A Dash rendszer alkotóelemei a következők: a célzóvonalat meghatározó számítógépszoftver; mágneses cékövető berendezés; mágneses energia vevő; a sisak rendszere (bele-



értve az elektronsugár csövet is); optikai berendezések és a szükséges elektronikus áramkörök a képmegjelenítéshez; vezérlő blokk; helyesbítő blokk, stb. A rendszer műszaki adatai: pillanatnyi látómező szélessége  $20^{\circ}$ ; az azimutális látómező szélessége  $\pm 180^{\circ}$ ; a helyszög szerinti látómező szélessége  $\pm 70^{\circ}$ ; a bedöntés szerinti látómező szélessége  $\pm 80^{\circ}$ ; a rendszer pontossága az előlso térfélben 7 mrad, a többiben pedig 12 mrad; a sisak súlya (az oxigénálarc nélkül) 1,22 kr.

#### Hírközlő eszközök

**AN/ARC-186 típusú rádióállomás.** Az USA Légierő Elektronikai Rendszerek Főnöksége vizsgálja a különböző cégek AN/ARC-186 típusú rádióállomás korszerűsítésére vonatkozó javaslatait. Ez a korszerűsítési javaslat a Sincgras berendezés felhasználásával történő levelezés titkosítást tenné lehetővé. A rádióállomás biztosítja a kötetlenül belüli kapcsolattartást levegő-föld viszonylatban. A javaslat a Sincgras berendezést gyártó cégektől érkezett.

**AN/ARC-210 típusú rádióállomás.** A Collins cég megkezdi a többüzemű, méteres és deciméteres hullámsávban működő AN/ARC-210 típusú rádióállomások sorozatgyártását. A beszéd- és adatközlő kapcsolat titkosítására a Have Quick és a Sincgras berendezésekben alkalmazott módszert használják fel. Az új rádióállomás váltja fel az F-18 repülőgépeken lévő AN/ARC-182 típusú rádió adóvevőket.

**AN/ASW-27C digitális hírközlő rendszer.** Azokra a hajófedélzeti F-14-es repülőgépekre, amelyek részt vettek az Irak elleni 1991. január - februári hadműveletekben, az új AN/ASW-27C digitális hírközlő rendszert építették be. Ez a rendszer lehetővé tette az F-14-es repülőgépek közötti automatikus információcserét anélkül, hogy ehhez hajófedélzeti, földi vagy légi vezetési pontokat igénybe vettek volna. A vadászgép harcászati helyzetértékelő indikátorán megjeleníthető a légi

csoportosításba tartozó többi gép helyzete, továbbá az ő rádiólokátorai által megfigyelt célok helyzete. A hírközlő rendszer berendezéseit nem sokkal a hadművelet megkezdése előtt a Perzsa-tóból térségében építették be az F-14-es gépekbe. Korábban az F-14A típusú vadászgépeken az AN/ASW-27B típusú hírközlő rendszert használták, amely azonban automatizált információkapcsolatot csak az anyahajó és a vadászgép között biztosított, illetve az E-2C típusú távolsági rádiólokációs felderítő repülőgépen, mint átjátszón keresztül volt még lehetőség átadni egymásnak a csoportosításban résztvevő vadászgépek fedélzeti lokátorai által szolgáltatott információt.

Az új rendszer 4 db F-14-es vadászgép közötti egyidejű kapcsolattartást tesz lehetővé. A harcfelelősek négygép csoport által történő végrehajtása során az egyik közülük a vezérgép és csak az ő rádiólokátora működik aktív üzemmódban. Az AWG-9 fedélzeti rádiólokátor légitől követési távolsága által meghatározott körzetben tartózkodó célok közül egyidejűleg 4 cél adatait képes továbbítani a rendszer. A célkoordinátái mellett a harcászati helyzetértékelő indikátorokra kiiródik az ellenséges gépek repülési magassága és sebessége, továbbá a saját gépek tüzelőanyag-tartaléka, miáltal ezt az adatot nem kell rádiótelefonon megkérdezni.

A másik lényeges eltérés az AN/ASW-27B között a zavarvédettségben van. Ellenséges zavarás esetén különleges üzemmódot lehet alkalmazni. Az AN/ASW-27C rendszer kétéves üzemeltetése során kísérleteket végeztek a feltételezett ellenség legmodernebb rádióelektronikai harc (REH) eszközeinek imitálásával és ezek során bebizonyosodott a magasfokú zavarvédettség.

A rendszer nagy megbízhatósággal működik. A Haditengerészet ezen rendszerrel felszerelt 24 repülőgépe 4000 órát repült egyetlen meghibásodás nélkül. A rendszer egy meghibásó-

dásra jutó átlagos üzemideje 2000 óra.

Az AN/ASW-27C rendszer blokkja a rendszer fedélzeti berendezéseivel együtt 12,7 kg tömegű,  $0,0364 \text{ m}^3$  térfogatú és  $165 \times 191 \times 394 \text{ mm}$  méretű, ami lehetővé teszi az AN/ASW-27B rendszer blokkjaival való felcserélését.

**AN/ASW-54 rendszer.** A Harris cég a stealth technológiával készült A-12 típusú hajófedélzeti bombázó repülőgépekre kifejlesztette egy mikroprocesszorokat felhasználó új generációs digitális automatizált hírközlő rendszer, az AN/ASW-54 rendszer kísérleti példányát. A rendszer 16 repülőgép közötti információcserét kell hogy biztosítson és együtt kell tudni működni a harcászati információ elosztó JTIDS rendszerrel. A rendszer berendezései által elfoglalt térfogat  $0,0056 \text{ m}^3$ , tömege 5,8 kg. A rendszer szerkezete lehetővé teszi a legújabb elektronikus áramkörök és szoftverek felhasználását.

**AN/TRC-170 fedélzeti troposzféra-rádióállomás.** A Raytheon cég az USA Légierőtől egy 72,2 millió dolláros szerződést kapott az AN/TRC-170 fedélzeti troposzféra-rádióállomás gyártására. A rádióhullámok troposzférában történő szóródása következtében a rádióállomás hatótávolsága a horizonton túl 280 km. Az új 64 csatornás, digitális jelfeldolgozású AN/TRC-170 rádióállomás váltja fel a régi 24 csatornás analóg jelfeldolgozású rádiót. A digitális jelfeldolgozó berendezés alkalmazása növeli a rádió zavarvédetségét az ellenség REH eszközeivel szemben és a titkos információ gyors kódolását teszi lehetővé. További előnye az új rádióállomásnak a kis fogyasztás, az alacsony üzemeltetési költségek és az egyszerű műszaki kihasználás.

**Az ICNIA rendszer berendezései.** A TRW cég a Colkins céget választotta az ICNIA rendszer berendezéseinek szállítására. A Collins cég fogja szállítani a méteres és deciméteres hullámsávban működő adó-vevő berendezéseket, a GPS rendszer vevő

berendezéseit, a rádióirányítók szintetizátorait, a vevőberendezéseket az F-22 repülőgépen fogják felhasználni. A szerződés értéke 77,2 millió dollár. A szállítás 1994-1996. között valósul meg.

**Az Accaire lérlőrös sugárzású lézerhírközlő rendszer.** A Ferranty International cég kifejlesztett egy olyan körkörös sugárzású lézerhírközlő rendszert, amely a felhasználók közötti rejtett hírkapcsolatot biztosítja akkor is, amikor a hagyományos eszközöket nem lehet hatékonyan alkalmazni a nagy energiájú aktív rádiólevegős, rádiózavarok vagy levelezési tilalom következtében. A rendszer moduláris szerkezete lehetővé teszi a kiválasztott repülőeszközre történő könnyű felszerelését. Ezen kívül ez a rendszer zavarvédett, mikroprocesszor vezérli, képes hang- és adattovábbításra, nem tartalmaz mozgó alkatrészeket, nem szükséges más rendszerekkel összehangolni és nem igényli a hírközlő vonal stabilitását. A rendszer szerkezetiileg lézerdiódás adóberendezésre és közvetlen erősítésű optikai vevőberendezésre épül. A rendszert 4 optikai modul és egy segédmodul alkotja. Minden optikai modulban 4 vevőberendezés és két lézeradóberendezés található, amelyek  $90^{\circ}$ -os irány szerinti sávot és  $\pm 12^{\circ}$ -os helyszög sávot fednek le. A segédmodulban helyezkedik el a központi mikroprocesszor és a tápegység. A rendszer műszaki jellemzői: Üzemi frekvencia 350-3000 Hz; adási sebesség 16 Kbit/S; fogyasztás adó üzemben 10 watt, vevő üzemben pedig 2 watt.

**Az ASARS típusú fedélzeti repülő-személyzet mentő-kereső rendszer.** 1991-ben az USA-beli, a német és az olasz légierő értékelő vizsgálatokat végzett az ASARS (Airborne Search and System) fedélzeti repülőszemélyzet mentő-kereső rendszer lehetőségeinek felmérésére harci körülmények között. Ez a rendszer lehetővé teszi a szerencsétlenül járt repülőszemélyzet azon tagjaitól mért távolság és irány meghatározását, akik vizuálisan áttekinthetetlen, rejtett területen értek földet. A rendszer helikopterekre és repülőgépekre egyaránt telepít-

hető.

A 18 kg tömegű fedélzeti rendszer a következő egységek-ből áll: elektronikus egység; vezérelőegység; jelző egység; antenna átkapcsoló egység és botantennák. A PRC-434 tip. személynél lévő hordozható vevő-válaszadó egy mikroprocesszor vezérelte adót és egy távolsági adatot szolgáltató lekérdezhető válaszadót tartalmaz. A mentő repülőről kibocsájtott kérdező impulzus 800 ms időtartamú és a különleges modulációs eljárások biztosítják a kimentendő személyek helyének rejtettségét. Az első kérdező impulzus sorozatot követően a lekérdezés szünetel mindaddig, míg a mentőrepülő a szerencsétlenül jártak közelébe nem ér és csak akkor folytatódik. Ez lehetővé teszi a pontos megközelítést és a mentés egyetlen rárepüléssel történő végrehajtását. A kérdező impulzusok ismételt kibocsájtását már csökkentett teljesítménnyel végzik, ezzel is csökkentve a valószínűségét annak, hogy az ellenség elfogja a jeleket.

A fedélzeti rendszer és a PRC-434 tip. hordozható vevő-válaszadó üzemi frekvenciája 225-300 MHz-enkénti csatorna eltolással. Felszállás előtt a rendszer fedélzeti blokkját a 3000 csatorna közül kiválasztott bármely 10-re előzetesen be lehet hangolni. A PRC-434-es vevő-válaszadó abban a pillanatban működésbe lép, ahogy a hajózó elhagyta a gépet és ez lehetővé teszi a lekérdezést már az ejtőernyővel történő leereszkedés fázisában. Az SOS jelzés az előre beállított időpillanatban automatikusan bekapcsolódik.

A vevő-válaszadó üzemi hatósugara 8000 m-es magasságon 200 km, 1500 méteren - 100 km. A keresett személy megközelítésének pontossága távolság szerint 50 m, irányszög szerint  $\pm 2,5^\circ$ . A 0,8 kg tömegű vevő-válaszadó táplálását lítium elemekkel oldják meg, amelyek 15 órás folyamatos üzemet biztosítanak.



## A rádióelektronikai harc (REH) eszközei

**Az ATJR rendszer:** Az USA Légierő fegyverzeti főnöksége és a szárazföldi csapatok híradó és elektronikai főnöksége 1990-ben 18 millió dolláros szerződést kötött az ITT Avionics céggel egy korszerű rádiólokációs zavaradó, az ATJR (Advanced Theat Radar Jammer) kifejlesztésére. Ezt a berendezést különböző repülőeszközök, így harci helikopterek számára is tervezik.

A cég két év alatt szándékozik megtervezni és kivitelezni a kísérleti példányt, majd azt követően egy év alatt le kell folytatni az összes tesztet. 1994-ben tervezik annak a rendszernek teljeskörű fejlesztését beindítani, amely felváltja az ALQ-136 aktív zavaró rendszert. Az új zavaróadót az impulzusüzemű, impulzus-doppler és a folyamatos sugárzású rádiólokátorokkal szemben fogják alkalmazni.

A fejlesztési követelmények szerint az új zavaróadó nagy effektív sugárzási teljesítménnyel, magasfokú megbízhatósággal kell, hogy rendelkezzen, képesnek kell lennie zavaró hatás kifejtésére a monoimpulzus rádiólokátorokkal szemben, olcsónak és legfeljebb 30 kg tömegűnek kell lennie. A rendszerhez 4 db, a repülőgép különböző pontjain elhelyezett szilárdtest fázisvezérelt antennarácsot és gallium-arszenid alapú, MMIC mikrohullámú integrált áramköröket terveznek felhasználni.

**Az Apollo rendszer:** A Marconi Defence Systems cég egy olyan könnyű, kisméretű automatikus rendszer fejlesztésébe kezdett, amelyet az ellenséges légvédelem eszközeivel szembeni rádióelektronikai ellentévékenység céljaira szánnak. Az Apollo nevet kapott rendszer modulrendszerű és a már meglévő rendszerben álló eszközök felhasználásával fejlesztik. Így felhasználják a létező rádiólokátor besugárzást érzékelő rendszert, a zavaróadók, a digitális mikroprocesszorokkal, va-



lamint a Shy Shadow típusú REH konténer és a Zeus nevű komplex REH rendszer elemeit. Ez a fejlesztési koncepció lehetővé teszi a cég számára a fejlesztési és gyártási költségek csökkentését és a rendszer eladási árának lejjebb szállítását is.

A rendszert két változatban fejlesztik. Az Apollo I rendszer tulajdonképpen egy aktív válasz zavaróállomás, az Apollo II változat pedig még kiegészül egy, a vett jeleket felerősítő és ezáltal a zajszerű jelek felfedését és a koherens, valamint nem koherens sugárforrások zavarására történő felhasználásukat is lehetővé teszi. Amennyiben az Apollo rendszert egy légturbinával működtetett elektromos tápegységgel egybeépítve egy függeszthető konténerben helyezik el, akkor 3 m hosszú és 160 kg tömegű lesz. (A tápegység nélkül 2,65 m hosszú és 130 kg tömegű). Amennyiben a repülőgép törzsében helyezik el, akkor a rendszer 40 dm<sup>3</sup> térfogatot tölt ki és tömege 40 kg.

**AAR-47 rendszer.** A LIRIS cég kifejlesztette az AAR-47 típusú rakétatámadást jelző fedélzeti optoelektronikai figyelmeztető rendszert. Ez a rendszer egy az ibolyántúli spektrumban működő optikai rendszerből áll, amelynek kerületén 4 db lézer besugárzást jelző adót helyeztek el. Az adókat mikroprocesszorral kötötték össze. Az 1,6 kg tömegű és 12 cm átmérőjű adók 0,4-1,1 mikrométeres hullámsávban működnek és figyelmeztető jelet adnak, amennyiben a repülőgépet lézertárvezérlésű rakéta támadja. Az egész rendszer tömege 14,35 kg, fogyasztása 70 watt, az egy meghibásodásra jutó átlagos Üzemidje 450 óra.

**AN/ALR-87 rendszer.** A General Instrument cég kifejlesztette az AN/ALR-87 rádiólokációs besugárzást jelző figyelmeztető rendszert. A rendszer méretei és felerősítési pontjai megegyeznek az AN/ALR-46 rendszer hasonló paramétereivel és ugyanazt az indikátort, vezérlő blokkot és antennát használja, mint az AN/ALR-46 rendszer. A rendszer nagy érzékenysége, a sokcsatornás szuperheterodin vevőkészülék alkalmazása, az

adaptálható kereső algoritmusok felhasználása lehetővé teszi, hogy a rendszer nagy valószínűséggel felderítsen szinte valamennyi korszerű rádiólokációs fenyegetést. A rendszer zavarvédett, amit egyrészt azzal érnek el, hogy 50 K-os memória és jelfeldolgozó kapacitás felesleget alkalmaznak, másrészt pedig azzal, hogy MIL-STD-1750A szabványos mikroprocesszort alkalmaznak. A vett impulzusok feldolgozása 4-szer olyan gyorsan történik, mint más rendszerekben. A rendszer műszaki jellemzői: frekvenciasáv - C (lehet szélesíteni); tömeg - 33,5 kg; térfogat - 0,017 m<sup>3</sup>; fogyasztás - 580 watt; a szoftver Jovial nyelven íródott; EPROM tár kapacitás - 128000 szó; a RAM tár kapacitása 162000 szó.

**SAWS rendszer:** Az USA Légierő elektronikus berendezések laboratóriuma 1991 márciusában tervezte végrehajtani a SAWS (Silent Attack Warning System) nevű passzív támadás jelző-figyelmeztető rendszer repülésközbéli vizsgálatát C-141 típusú repülőgépen. A SAWS rendszer különböző - General Electric, LIRIS, Texas Instruments - cégek által készített kísérleti példányait ugyanazon a repülőgépen vizsgálták meg. A SAWS rendszer feladata az, hogy informálja a hajózó személyzetet, ha a géphez irányítható rakéta vagy ellenséges gép közelít és hozzá működésbe a rádióelektronikai ellentévékenységet végző fedélzeti rendszereket. A repülés közben végrehajtott kísérletek során kapott adatok alapján fogalmazzák a harcászati-műszaki követelményeket az ISAS (Integrated Situation Awareness Sensor) - kombinált információ adóval szemben, amellyel a stratégiai rendeltetésű repülőgépeket és a nagyméretű vadászgépeket tervezik felszerelni. Az adóban a meglévő fizikai rendszerhez adatfeldolgozó mikroprocesszorok legkorszerűbb algoritmusait illesztik, minek eredményeképpen növekednie kell a felderítési távolságnak és csökkenni kell a rendszer hamis reagálása valószínűségének. Persze ezek az algoritmusok más fizikai felépítésű adókhoz is felhasználhatók.

A SAWS rendszer LIRIS cég által szállított változata 1990 októberében került az USA Légieréhez. A rendszert befogadó konténer méretei: kb. 75 cm hosszú és 25 cm átmérőjű. A rendszerben Cd-Hg-TeI és An-I adókat alkalmaznak, amelyek a vízszintes és függőleges síkban végzik a letapogatást. A korszerűbb változatokban majd az optikai rendszer fókuszsjában elhelyezett mátrix-rendszerű adókat fognak alkalmazni. A jelfeldolgozást egy INTEL-80386-os mikroprocesszor végzi, amihez a szoftvert ADA nyelven írták.

#### **A helikopterek személynzetét lézer és rádiólokációs besugárzásra figyelmeztető rendszer**

A Hughes cég USA szárazföldi csapataival kötött szerződés alapján kifejlesztett egy lézer besugárzást jelző-figyelmeztető LDS (Laser Detection Set) rendszert, amelyet az AN/AVR-2 jelzéssel láttak el. Ez a rendszer, amelyet a szárazföldi csapatok és a tengerészgyalogság helikopterei számára terveztek - optikai jeleket képes felfedezni és beazonosítani, bármely irányból jöjjenek is azok. Az AN/AVR-2 rendszert könnyű összekapcsolni a rádiólokációs besugárzást jelző-figyelmeztető RSDS (Radar Signal Detection Set) rendszerrel és így jön létre a kombinált lézer- és rádiólokációs besugárzást jelző-figyelmeztető rendszer. A szárazföldi csapatok és a tengerészgyalogság a Hughes cég közreműködésével sikeresen befejezte az AN/AVR-2 rendszer repülés közbeni vizsgálatát és hozzákezdtek a sorozatgyártáshoz. A rendszert a harci helikopterekre szánják.

**AN/AAR-FX vevőkészülék.** A Cincinnati Electronics cég hozzákezdett egy infravörös fenyegetést jelző-figyelmeztető rendszer új generációs fedélzeti vevőkészülékének, az AN/AAR-FX-nek a fejlesztéséhez. A kísérleti példányokat egy USA-beli rakéta lőtéren vizsgálták 1990 júniusában. A cég befejezte az optikai rendszer első változatának munkálatait. A cég 1990-ben 1,3 millió dollárt költött az elektronikus berendezések

továbbfejlesztésére és az AAR-34, valamint az AAR-41 R vevőkészülékek bázisán történő összeállítására. Az AN/AAR-FX vevőkészülék csoportos célokat lesz képes követni, mintegy 10 cm átmérőjű és 50 cm hosszú lesz. A tömege a két vevőfejjel és az elektronikus adatfeldolgozó berendezéssel együtt legalább 20 kg lesz. Ezt a vevőkészüléket az F-15, valamint az F-16 típusú repülőgépekre fejlesztik és/vagy külső függesztésű konténerben, vagy a repülőgép farokrészében tervezik elhelyezni.

**A célok helyzetének meghatározására szolgáló vevőberendezés (TLR):** A TRW cég kifejlesztette a TLR (Target-Locating Receiver) szuperheterodin vevőberendezést a célok helyzetének meghatározására. A berendezés a 2-18 GHz hullámsávban működik. Ez a vevőkészülék felderíti a rádiólokátor sugarakat kibocsájtó célokat, meghatározza helyzetüket, beazonosítja azokat és célkövetést hajt végre. Ilyen készülék beépíthető a repülőgépekbe, robotrepülőgépekbe, rakétákba, tovább a cirkáló rakéták rávezetése során a középső pályaszakaszon alkalmazható és ekkor a rádió parancsközlő vonalon átprogramozási lehetőséget biztosít. Ugyancsak alkalmazható lokátorelhárító rakéták rávezetése során az utolsó pályaszakaszon. A vevőkészülék a rádiólokációs sugárforrás irányát 2 foknál kisebb hibával képes megmérni, amihez négy elemből álló szélessávú antenna rácsot használ. A cél beazonosítását úgy valósítja meg, hogy a mért adatokat összehasonlítja az adattárban tárolt információkkal. A vevőkészülék képes felderíteni már 100 nS hosszú impulzusokat és képes 600 nS alatt meghatározni a cél rádiópelengjét, továbbá egyidejűleg 30 célt képes követni. A vevőkészülékben a TRW cég vezérlő integrált áramkörével vezérelt, gyorsáthangolósú generátor található. A paraméterkódoló bemeneti mátrixot az INEWS program keretében fejlesztették ki. (Ennek a programnak a célja egy kombinált, rádióelektronikai ellentévékenységet végző rendszer kifejlesztése). Ez a mátrix átalakítja és feldolgozza a rádiófrekvenciás adatokat. Az átalakítás során egy 96 bites betűkód ke-

letkezik, amely bekerül a központi egységbe. A központi egység egy 80186 típusú mikroprocesszorból és egy további adatfeldolgozást végző egységből áll. A vevőberendezés tömege 8,2 kg, 14 dm<sup>3</sup> teret foglal el és a fogyasztása 70 watt.

**A Carapace rendszer.** A "Carapace" rádiolokációs besugárzást jelző-figyelmeztető rendszert a Dassault Electronique cég fejlesztette ki a belga légierő F-16 típusú repülőgépei számára. Ez a rendszer a támadó sugárforrás irányát és helyszögét 1°-nál kisebb hibával képes meghatározni, továbbá egyszerre 100 sugárforrás jeleit képes feldolgozni. A fenyegető sugárforrás felfedezését követően a rendszer meghatározza a forrás penelngjét, beazonosítja a típusát és veszélyesség szerint besorolja azt. A rendszer részei: interferometriás antenna-háló, amelyet a szívócsatorna alatt helyeznek el; a 0,5-40 GHz hullámsávban működő források felfedezését végző videoerősítővel kombinált szélessávú erősítő; a 0,5-20 GHz tartományban sugárzott kis energiájú jelek vételét biztosító gyorsműködésű szuperheterodin vevőkészülék. A fogott 6-20 GHz tartományba eső impulzusok frekvenciáját és közelítési irányát rövid idejű frekvenciamérési eljárásokkal határozzák meg. Az egybeeső impulzusok szétválasztására real time működésű spektrumanalizátorokat alkalmaznak. A rendszer repülésközbeni vizsgálatát 1992-ben tervezik végrehajtani, az első példányokat pedig várhatóan 1993-ban kapja meg a belga légierő.

**Sky Guardian 2000 vevőberendezés.** A Marconi Defence Systems cég harci helikopterekhez ajánlja a "Sky Guardian 2000" típusú vevőberendezést. Ez a vevőberendezés egy rádiolokációs besugárzást jelző-figyelmeztető rendszer része, 13 kg tömegű és a 2-18 GHz hullámsávban működik. A vevőkészüléket és az adatfeldolgozó berendezést szerkezetiileg egy, gyorsan cserélhető blokkban helyezik el. Ez a vevőberendezés együtt tud működni a lézer besugárzást jelző-figyelmeztető rendszerrel és képes vezérelni a rádióelektronikai ellentévékenységet kifejtő berendezéseket. Így: vezérli a dipól szóró automatát, az infra-



vörös csapdákat kibővítő automatát és lokátorzavaró állomást. A védeberendezés sajátossága, hogy egy szekció szervezője, a támogatási adatokat tartalmazó programkönyvtárat használ. A szekció szervezés lehetőséget ad a felhasználónak arra, hogy a konkrét repülési körülményekről állítson össze programkönyvtárat és a harcfeleladat végrehajtásának menetében egyik szekcióból áttérjen a másikba.

Az orosz nyelvű összeállítás az alábbi

#### SZAKI RODALOM

felhasználásával készült:

- "Flight Int.", 1992, 141, № 4316, 14
- "Flight Int.", 1992, 141, № 4302, 16
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1991, 134, № 10, 65-67
- "Flight Int.", 1992, 141, № 4315, 16, 17
- "Int. Def. Rev.", 1990, 23, № 8, 891-897
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1992, 136, № 19, 48-49
- "Flight Int.", 1992, 141, № 4306, 11
- "Flight Int.", 1992, 141, № 4311, 12
- "JANE's Def. Weekly", 1991, 15, № 23, 985-986
- "Flight Int.", 1991, 139, № 4248, 6
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1992, 136, № 18, 81
- "Flight Int.", 1992, 141, № 4308, 24
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1992, 136, № 22, 13
- "Avionics", 1992, 15, № 1, 15
- "JANE's Def. Weekly", 1991, 16, № 16, 728-729
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1992, 136, № 6, 47
- "Aviat. Mag. Int.", 1991, № 1027, 25
- "Flug Rev.", 1991, № 6, 75-76
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1991, 134, № 2, 42-43
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1991, 134, № 10, 12
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1992, 136, № 24, 101
- "Flight Int.", 1992, 141, № 4307, 42
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1992, 136, № 24, 91
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1990, 133, № 16, 65
- "Flight Int.", 1991, 139, № 4264, 17
- "Flight Int.", 1992, 141, № 4308, 49
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1991, 135, № 10, 71
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1991, 135, № 8, 57
- "Flight Int.", 1992, 141, № 4307, 16
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1991, 135, № 5, 46, 47
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1992, 137, № 3, 51
- "Aviat. Week and Space Technol.", 1992, 136, № 26, 17
- "Flight Int.", 1990, 137, № 4202, 35
- "Flight Int.", 1991, 140, № 4265, 11
- "Flight Int.", 1991, 139, № 4257, 3



TELJESEN VILLAMOSÍTOTT REPÜLŐSZERKEZETEK KORMÁNYGÉPEI  
KIALAKÍTÁSÁNAK KOMPROMISSZUMOS MEGOLDÁSA

Fordító: Szabolcsi Róbert mk.százados

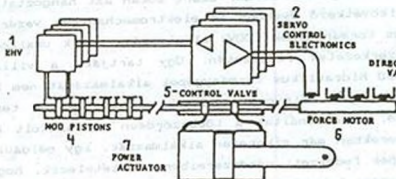
Az 1984-ben Daytonban megrendezett NAECON Repülési és  
Űrhajózási Elektronikai Konferencia referátuma alapján.

A NASA és az USA Védelmi Minisztériuma által a modern repülőszervezetek, valamint az űrrepülőgépek FLY BY WIRE rendszereinek kialakítására meghirdetett programok azt igazolták, hogy a vezérlő rendszer tervezése és rendszeresítése együtt kell járjon olcsó, megbízható és hatékony kormánygép kialakításával. A repülőszervezetek rendszereinek teljes villamosítása, központi számítógép alkalmazása és energetikai szempontból hatékony rendszerek kialakításának lehetősége nagymértékben függ attól, hogyan sikerül tőkésíteni a kormánygépet. Megállapították, hogy a kormánygép típusa csak jelentéktelen mértékben változtatja meg a repülőszervezet jellemzőit és önköltségeit, de elismerik, hogy a kormánygép tőkésítése alapvető jelentőséggel bír a modern vezérlő rendszerek elterjedése során. Ezért sokan azt hangoztatják, hogy az elkövetkező években az elektromechanikus vezérlésű hidraulikus kormánygépek (DDV) alkalmazása válik uralkodóvá a repülőszervezetek fedélzetén. Ugy tartják, a villamos távvezérlésű hidraulikus kormánygépek alkalmazását nem közvetlenül a magas színvonalú műszaki követelmények tették szükségessé, mindazonáltal a többszörösen tartalékoltt kormányrendszerekben már sikeresen alkalmazzák, így például az űrrepülőgépek fedélzeti rendszereiben. Feltételezik, hogy a DDV alkalmazása lehetővé teszi az elektromechanikus és a már régebben alkalmazott, nagymértékben tőkésített hidraulikus motorok pozitív tulajdonságainak optimális egyesítését.

Napjainkban már nem tekinthető újnak az az elképzelés, mely szerint a hidraulikus kormánygépek tolattyús jelátalakítóját elektromechanikus szerkezet működtetné. Ilyen elrendezésű kormánygépeket széles körben alkalmaznak tartalékként az olyan rendszerekben, ahol nem szükséges túl nagy működési sebesség, valamint ott, ahol az automatikus vezérlő rendszer meghibásodása esetén nem kívánatos áttérni kézi vezérlésre.

Az 1970-es évek közepén az US AIR FORCE Repülésdinamikai Laboratóriuma több szerződést kötött nagy működési sebességű és többszörösen tartalékkolt villamos távvezérlésű hidraulikus kormánygép (DDV) kifejlesztésére és gyártására. Az egymástól függetlenül végzett munkálatok során elérték azt a szintet, hogy kísérleteket végezzenek a kormánygéppel, illetve kísérleti kormányrendszert építsenek.

Az 1. ábrán a hidraulikus motor vezérlésének két fajtáját láthatjuk és hasonlíthatjuk össze.



1-elektromos hidraulika-csap; 2-elektronikus vezérlő egység; 3-DDV; 4-hidraulikus erősítő; 5-tolattyús jelátalakító; 6-villamos motor; 7-hidraulikus motor.

1. ábra

Az 1. ábrán a jobb oldalon tehát a DDV, míg a bal oldalon a hidraulikus motor hagyományos, elektromos hidraulika-csappal történő vezérlése látható. Az elektromos hidraulika-csap - melynek működését (8-40) mA erősségű áram biztosítja - nagyteljesítményű hidraulikus kormánygépek vezérlését kisteljesítményű villamos jelekkel valósítja meg. A fűvókás hidraulikus erősítőt tartalmazó kormánygépek működését azonban a munkafolyadék felhasználás nélküli visszavezetése jellemzi. Például az úrrepülőgép hét kormányfelületét mozgató, négyszeresen tartalékolt vezérlő rendszerben a munkafolyadék felhasználás nélküli visszavezetése miatt 9 kW energiavesztés lép fel.

A DDV működését biztosító elektromechanizmus méretei valamivel nagyobbak, mint az elektromos hidraulika-csapé, azonban a tolattyús jelátalakító működéséhez szükséges mechanikai energiaszükségletet fedezi. Ezáltal lehetővé válik a DDV közvetlen működtetése, viszont növekszik a működtetéshez szükséges villamosenergia szükséglet. A tolattyús jelátalakító beekelődése esetén a szennyeződés eltávolításához szükséges villamosenergia hidraulika-csap alkalmazása során néhány  $\mu\text{A}$ , míg a DDV alkalmazásakor az egész amperekben mérhető áramerősség. A DDV alkalmazása azonban lehetővé teszi a hidraulika-folyadék felhasználás nélküli visszavezetésének kizárását és a szükséges hidraulikus teljesítmény csökkentését. Tehát a DDV alkalmazása arra irányul, hogy a hidraulika-rendszer teljesítményét csökkentse a felhasznált villamos energia növelése útján. Ezen elvet igazolja, hogy a villamos energia átalakítása mindig jobb határfokkal történik, mint a hidraulikus energiáé.

A DDV és a hidraulika-csap alkalmazásának előnyeit és hátrányait az 1. számú táblázat foglalja össze.

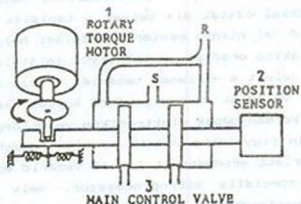
Mint a táblázatból látható, a DDV alkalmazásának nagyon nagy hátránya a hidraulika-csappal szemben a kis kimeneti teljesítmény. Amíg a hidraulika-csap a tolattyús jelátalakítóra akár többszáz Newton erővel is képes hatni, addig a DDV ekkora erőhatás kifejtésére csak az áramfelvétel jelentős növekedésével képes. Repülőszerkezetek hidraulika-rendszereinek Üzemeltetési tapasztalatai azt mutatják, hogy a tolattyús jelátalakító szennyeződés miatti beékelődése esetén a szennyeződés eltávolításához legalább (350-450) N nagyságú erő szükséges.

1. táblázat

Összehasonlított jellemző	Hidraulika-csap	DDV
Villamosenergia szükséglet	kicsi	közepes
Szerkezet	bonyolult	egyszerű
Szennyeződés iránti érzékenység	nagy	kicsi
Meghibásodás azonosításának lehetősége	nehézkés, lassú	egyszerű, gyors, pontos
A tolattyús jelátalakító beékelődése esetén a szennyeződésre kifejtett erőhatás	nagy	kicsi
Erzékenység a terhelésre	kicsi	közepes
Hidraulika-folyadék visszavezetése	állandó	nincs
Az automatikus önellenőrzés megvalósításának lehetősége	alacsony fokú	nagyfokú

Az ipari vállalatok többféle kivitelben tervezték és vizsgálták az elektromechanikus hajtást. A GENERAL ELECTRIC például nyolcféle kivitelben vizsgált szolenoidokat, valamint különféle szerkezetű villamos motorokat. A NATIONAL WATERLIFT cég által kifejlesztett berendezés az űrrepülőgépek fedélzeti rendszereiben a jelátalakítók mozgatását for-

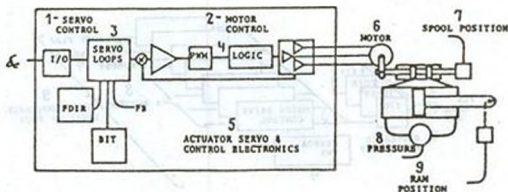
gattyús szerkezet segítségével oldja meg, mely a 2. ábrán látható.



- 1 - nyomatékmotor;
- 2 - helyzetérzékelő;
- 3 - tolattyús jelátalakító.

2. ábra

A fenti elrendezés a hőmérsékleti hibák, valamint a vezérlési diagram megváltozásának kiküszöbölését is biztosítja. A kormánygép vezérlésének működési vázlatát a 3. ábrán látható.

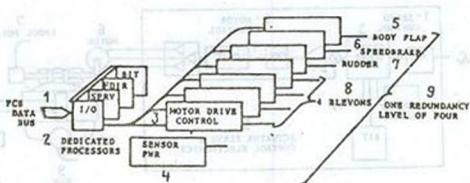


- 1-szervevezérlés; 2-motorvezérlés; 3-jelkidolgozó egység;
- 4-logikai egység; 5-a kormánygép elektronikus vezérlő egysége;
- 6-villamos motor; 7-a tolattyús helyzetérzékelője;
- 1/0-INPUT/OUTPUT egység; PWM-impulzusszélesség modulátor;
- FDIR-diagnosztikai egység; BIT-automatikus ellenőrző egység;
- FB-visszacsatolás.

3. ábra

A vizsgált kormányrendszerben a jelátalakítót semleges helyzetbe állító rugókkal látták el, melyek a táplálás megszűnése vagy a vezérlő jel hiánya esetén kiindulási helyzetbe állítják a jelátalakító orsóját. A tolattyús jelátalakító helyzetérzékelőjének jeleit a villamos vezérlés visszacsatolásaként alkalmazzák, valamint az önellenőrző egység használja. A hidraulikus kormánygépek elektronikus vezérlőegységeinek tervezése során figyelembe veszik az elektromechanikus kormánygépek kísérleti eredményeit is. AS vezérlő egység központi része egy speciális mikroprocesszor, mely több funkciót is ellát (önellenőrzés, átkapcsolás tartalék kormánygépre, kompenzáló szervek működtetése). A mikroprocesszor biztosítja továbbá a jelátalakító orsójának beékelődés elleni védelmét is.

A 4. ábrán az előzőekben részletezett és az űrrepülőgépeken alkalmazott kormányrendszer látható.



1-adat busz; 2-speciális feladatokat ellátó processzor; 3-a hidraulikus motor vezérlő egysége; 4-ádk lápegysége; 5-lőrzsféklap; 6-fékszárnyak; 7-oldalkormány; 8-elevonok; 9-a négyszeresen tartalékolt irányítási csatorna egyike.

4. ábra

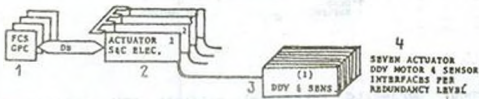
A négyyszeresen tartalékolt kormányrendszerek DDV mechanizmusában alkalmazott villamos motorok egyenként négy.



független gerjesztő tekercsel rendelkeznek, melyek táplálásukat az egyes irányítási csatornáktól kapják. Így a motor forgórészén az egyes gerjesztőtekercsek elektromágneses forgatónyomatékai összeadódnak. Az elvégzett kísérletek eredményei azt igazolják, hogy a vezérlő jelek ilyen összegzését a (11-37) kW teljesítményű aszinkronmotorok alkalmazása teszi leginkább ésszerűvé. Mindazonáltal a DDV mechanizmusainak kisebb teljesítményű villamos motorok alkalmazása is lehetséges.

Az űrrepülőgépek kormányrendszerében alkalmazott DDV mechanizmusok szimplex kialakítása esetén egy jelátalakító és egy hidraulikus motor nyert alkalmazást (a DDV mechanizmus kimenő jele egyenes vonalú mozgás). Az olyan kormányrendszerben, ahol a DDV mechanizmus kimenő jele forgómozgás, három jelátalakítót és három hidraulikus motort alkalmaznak. Az űrrepülőgépek kormányrendszereiben alkalmazott DDV mechanizmusok általános blokkvázlata az 5. ábrán látható.

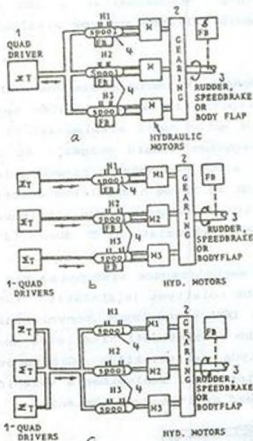
Mivel a DDV mechanizmusok viszonylag kis erő kifejtésre képesek, ezért több tolattyús jelátalakító "tandem" rendszerű működtetése a DDV mechanizmus bonyolultsága miatt nem ajánlatos. Az alább részletezett kísérletek során a "tandem" szerkezetű tolattyús jelátalakítók működtetését olyan DDV mechanizmusok biztosítják, amelyekben a vezérlőjelek összegzése a mágneses mező segítségével történik.



1-központi számítógép (FLY BY WIRE); 2-a kormánygép elektromechanizmusainak elektronikus vezérlő egységei; 3-DDV mechanizmus és a visszacsatoló adók; 4-mind a négy csatornában két DDV és a visszacsatoló adók találhatóak.

5. ábra

A 6. ábrán három olyan lehetséges DDV egység kialakítása látható, amelyekben a DDV kimenő jele forgómozgás és három hidraulikus motor működik a DDV egységben.



1-négy gerjesztő tekercssel ellátott DDV mechanizmusok; 2-fogaskerekes áttétel; 3-oldalkormány, fékszárnny vagy törzsféklap; H1;H2;H3-hidraulikus rendszerek; 4-tolattyús jelátalakítók; FB-visszacsatoló adók; M1;M2;M3-hidraulikus motorok; FB-kimeneti tengely szögelfordulás adója

6. ábra

A kísérletek során csak a 6.a. egységet vizsgálták, azonban a 6.b. és 6.c. egységek alkalmazása előnyösebb lehet a DDV mechanizmus fő jellemzőinek (méretei, tömege, felvett teljesítmény, be- és kimeneti karakterisztikák, önellenőrző egység kiépítésének lehetősége) optimalizálása esetén.

Az űrrepülőgépeken alkalmazott DDV mechanizmusok üzemi paramétereit úgy választották meg, hogy a hidraulikus motorok működését biztosító jelátalakítók áteresztő képessége (3-187) 1/perc is lehet, ami egyik alapvető oka a statikus és dinamikus terhelések közötti számottevő eltérésnek.

Ettől eltekintve azt állapították meg, hogy az alkalmazott villamos motorok azonosak és csak a közepes- és a csúcsteljesítményük térhet el. A DDV mechanizmussal szemben támasztott fontos követelmény a tolattyús jelátalakító orsója beékelődésének megakadályozása a villamos motorok két gerjesztő tekercsének meghibásodása esetén is, melyhez legalább 450 N erő szükséges. Ezért a villamos motorok legalább 225 N erő kifejtésére kell képesek legyenek, ha egy gerjesztő tekercsükben maximális áram folyik. A DDV mechanizmusban alkalmazott villamos motorok teljesítményét a hosszú idejű közepes terhelések és a rövid idejű csúcsterhelésekből kiindulva határozzák meg. A DDV mechanizmusok különböző áteresztő képességű tolattyús jelátalakítókat működtető villamos motorjai a 2. táblázat alapján hasonlíthatók össze.

2. táblázat

Mutató	Érték			
A jelátalakító átvesztő képessége (1/perc)	167	83	23-28	3
A jelátalakítók száma egy rendszerben	2	2	2	1
Közepes teljesítmény (W)	12	8	8	4
A jelátalakító bekezelődése esetén kifejtett maximális teljesítmény (W)	200	180	100	50

A \*-gal jelzett adat három "tandem" elven összekötött jelátalakítóra vonatkoznak, melyek egy hidraulikus motort működtetnek.

Az elektromos vezérlő egység disszipációs teljesítménye, valamint a DDV motorjainak teljesítménye együtt kb. 80 W. Az örreplülőgépeken ma használatos, a DDV rendszerrel ekvivalens, elektromos hidraulika-csapokkal vezérelt kormányrendszer teljesítményfelvétele kb. 180 W. Ha a DDV rendszert az 1970-es években kifejlesztett analóg áramköri elemekre építik, úgy a teljesítményfelvétele akár 200 W is lehet, vagy marad 180 W a teljesítményfelvétel, ha az elektronikus rendszereket integrált áramkörök formájában alkalmazzák. Mindazonáltal a villamosenergia-szükséglet kísérték növekedése nagy hidraulikus teljesítmény-megtakarítást eredményez (6-7,5 kW) a munkafolyadék felhasználás nélküli visszavezetésének kiküszöbölése során.