

MAGYAR HONVÉDSÉG  
SZOLNOKI  
REPÜLŐTISZTI FŐISKOLA

---



# TUDOMÁNYOS KIKÉPZÉSI KÖZLEMÉNYEK



1991/3.

X

## TUDOMÁNYOS KIKÉPZÉSI KÖZLEMÉNYEK

A Magyar Honvédség  
Szolnoki Repülőtisztí Főiskola  
belső terjesztésű időszaki folyóirata

### SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

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

### TAGJAI:

Bertók Judit pa.  
dr. Lantos Éva főisk. tanár  
Mikola István százados  
Ribárszki István alezredes  
Svehlik János mk. alezredes  
Szekeres Bálint főisk. adjunktus  
Szilágyi Sándor kpa.  
Verdes István őrnagy

### FELELŐS KIADÓ:

Nagy Szilveszter mk. ezredes

### KÉSZÖLT:

A Szolnoki Repülőtisztí Főiskola házi nyomdájában

## T A R T A L O M

Oldal

Ovári Gyula: Autorotálni, kétapultálni vagy lezuhanni? (Katonai helikopter-katasztrófák megelőzésének, valamint következményeik elhárításának konstruk- ciós lehetőségei).....	3.
Kiss Lajos: A repülőgép hosszirányú stabilitása és kor- mányozhatósága fel- és leszálláskor.....	25.
Dr. Pokorádi László: A dönthető rotordú repülőgépek fej- lesztése napjainkban.....	32.
Varga Béla: A TV2-117A típusú helikopterhajtómű kompresszorának vizsgálata.....	40.
Otvös Lajos: A XXI. század hajtóműve a PROPFAN hajtómű.....	52.
Vörös Miklós: Repülőgép fedélzeti rádiótechnikai be- rendezések megbízhatósága.....	61.
Szabolcsi Róbert: Attételi viszonyszámok módosítása a fedélzeti automatikus vezérlő rendszerekben "automatikus bejövétel" üzemmódon.....	74.
Horváth Dezső - Horváth Dezső: A repülésbiztonság ér- tékelésének módszerei.....	95.
Dobos Dezső: Matematikai gyakorlatok Cosmodore plus/4 számítógépen.....	113.

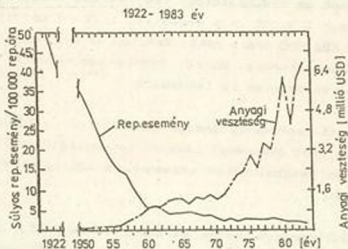
Fekete Tibor: A Testnevelési Tanszék adminisztrációs munkájának segítése számítógépes eszközökkel....	129.
Pintér István: Prekonceptió vezetői emberkép vizsgálatához.....	133.
Tóth Sándor: A döntési folyamat elméleti vizsgálata...	141.
Tóth Antal: A Magyar Demokratikus Hadsereg megalakulása és tevékenysége 1944-1948. II. rész .....	158.
Félegyházi Török Imre: A szolnoki katonai repülőtér történetéről .....	171.
Kuznecov G. - Szavin V.: Támad a vadászhelikopter (fordítás) .....	178.



AUTOROTALNI, KATAPULTALNI VAGY LEZUHANNI?

(Katonai helikopter katasztrófák megelőzésének,  
valamint következményeik elhárításának konstrukciós  
lehetőségei)

Valamennyi légi jármű tervezése, illetve gyakorlati kivitelezése során alapvető konstruktóri feladat - a lehető legjobb hatékonysági és gazdaságossági jellemzők elérése mellett - a biztonságos repülés feltételeinek sokoldalú megteremtése. Az utóbbi célkitűzés megvalósítására számításba jöhető szerkezeti megoldások körét mindenekelőtt az adott repülőeszköz rendeltetése (polgári, katonai), kategóriája (szállító, harci stb.), repülési jellemzői (kis-, szub-, szuperszónikus sebességű, földközélszben vagy nagy magasságban tevékenykedő stb.), illetve hordfelületének típusa (merev- vagy forgószárny) határozzák meg. A harci sérüléseknek és műszaki meghibásodásoknak leginkább ellenálló, illetve a leghatékonyabb mentőrendszerekkel és felszerelésekkel ellát-



1. ábra

tott légi jármű csak úgy hozható létre, ha előzőleg gondosan tanulmányozzák a már megépült azonos, vagy hasonló kategóriájú és rendeltetésű repülőeszközök meghibásodási, valamint repülőesemény (katasztrófa) adatait. Valójában nagy részében ennek a tervezői szemléletnek is köszönhető, hogy 50 év leforgása alatt a 100.000 repült óra alatt bekövetkező súlyos repülőesemények száma nagyságrenddel csökkent (1. ábra). Külön kedvező, hogy a helikopterek mutatói még az ábrán bemutatottaknál is kedvezőbbek. Nem hagyható azonban az sem figyelmen kívül, hogy az egységnyi repült időre eső balesetek, katasztrófák számának nagymértvű csökkenése ellenére is több nagyságrenddel nőtt a következményülként létrejövő anyagi veszteség (Pl. míg az USA-ban 1947-ben a 100.000 óra alatt bekövetkezett repülőesemények együttes kárösszege 200.000 USD volt, addig ez az érték 1982-re meghaladta a 6.000.000 USD-t). A költségnövekedés alapvető oka, hogy a vizsgált időszakban a repülőeszközök technikailag mind bonyolultabbá, ezáltal egyre drágábbakká is váltak. Emellett az évről-évre jelentősen növekvő légi jármű-park és repült idő is a balesetek, katasztrófák számának gyarapodását eredményezte. Ugyanakkor ez utóbbiak bekövetkezésének növekedési üteme lényegesen elmaradt az előbbiekéitől. (Pl. az USA hadsereg-repülőknél 1959-ben 178.000 órát repültek, 1979-re ez tizenkétszeresére, 2.254.000 órára nőtt. Eközben az évi balesetek száma "csak" háromszorosára, 89-ről 275-re emelkedett). Mindezekből két következtetés is levonható:

- adott repülésbiztonsági mutatók (pl. a 100.000 repült órára jutó repülőesemény) kedvező tendenciájú csökkenése sem zárja ki az össz-balesetek számának és költségeinek lényeges növekedését;

- akármennyire kevés baleset, katasztrófa következzen is be, annak számszerűségével a konstruktorok soha nem lehetnek elégedettek, helyette törekedni kell megelőzésükre. Amennyiben azok még is bekövetkeznének, úgy a gépen tartóz-

codók - lehetőleg sérülésmentes - túlélési esélyeit minden eszközzel biztosítani szükséges.

A valamilyen ok miatt részben vagy teljes egészében repülésre és/vagy kormányzásra alkalmatlanná vált, hagyományos építésű helikopterekben tartózkodók számára több-kevesebb túlélési esélyt csak:

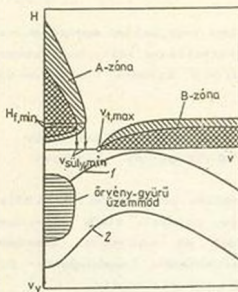
- az autorotációval történő kényszerleszállás, vagy
- az ejtőernyővel történő földetérés biztosít.

A meghibásodás jellegétől, a repülés körülményeitől (időjárás, látás, földfelszín minősége, napszak, stb.), a repülés jellemzőitől (magasság, haladási és süllyedési sebesség stb.) függően mindkét módszer alkalmazási lehetőségei - főként katonai helikopterek számára - korlátozottak.

#### AUTOROTÁCIÓVAL TÖRTÉNŐ LESZÁLLÁS

Autorotációval - azaz a forgószárny önforgási üzemi módján - végrehajtott kényszerleszállást akkor alkalmaznak, ha a helikopter hajtóműve(-i) vagy/és a közös beállítási szög vezérlő rendszere üzemképtelenné válik. E módszer lényege általános esetben az, hogy a helikoptervezető a belső kormányzervek (bot-, lábormány, EVK) célszerű működtetésével a talajfogást megelőző pillanatokban, a gép mozgásából és a forgószárny forgásából származó kinetikai energiát a függőleges süllyedés aerodinamikai fékezésére hasznosítja. Speciális repülési körülmények esetén a fenti két energia közül csak az egyikkel is megvalósítható a fékezés, természetesen kevésbé hatékonyan. (Az autorotációval végrehajtott leszállás lehetséges változatai a 3. ábrán láthatók.) Tapasztalatok szerint a sikeres földetérésnek - géptípustól függetlenül - akkor legnagyobb az esélye, ha  $\theta = 14^\circ - 18^\circ$ -os

hajlásszögű sikló pályáról (I-es szakasz),  $v = (0,7-1)v_{opt}$  repülési sebességgel történik meg a gép felvétele (II) kielebegtetéshez (III). Erre rendszerint csak akkor nyílik lehetőség, ha a repülési magasság meghaladja a gép felvételéhez szükséges minimális magasságot ( $H \geq H_{f,min}$ ) és a repülési sebesség ( $v$ ) a minimális süllyedési ( $v_{sully,min}$ ) és a maximális talajfogási ( $v_{t,max}$ ) értékek közé esik (2. ábra). Az előírtosnál alacsonyabb sebesség és magasság esetén nem hajtható végre a felvétel és a felrántás, azaz a kinetikai energiák átalakítása, fékezési energiává (A-zóna).



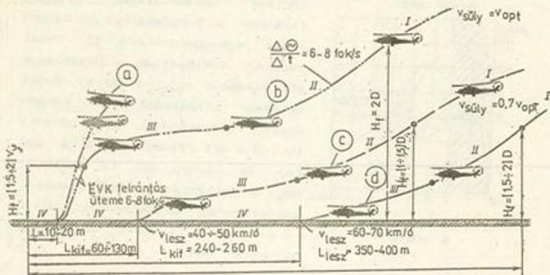
- 1 - egyik hajtómű áll;  
2 - mindkét hajtómű áll.

2. ábra

Amennyiben földközeli, nagysebességű repülésből kell autorotációra áttérni, úgy rendszerint az észlelésre és a megfelelő kormányozdulatok végrehajtására kevés a rendelkezésre álló idő (B-zóna). Kis repülési ( $v = 0-50$  km/ó) és nagy süllyedési ( $v_y = 3-5$  m/s) sebesség érték mellett, ha a kéthajtóműves helikopter egyik hajtóműve hirtelen leáll a süllyedési sebesség  $v_y = 10-14$  m/s értékig növekedhet, ami örvénygyűrű üzemmód kialakulásához vezethet (2. ábra, alsó része).

A felsorolt feltételeknek és korlátozásoknak megfelelő autorotációs leszállás, a 3. ábrán bemutatott lehetőségek közül főként csak a "b" és "c" módzat esetén valósítható meg. A megfelelő magassági és sebességi tartalékkal rendelkező helikopter haladó mozgását aerodinamikai úton fékezik

(a botkormány hátrahúzásával, vagyis a ciklikus beállítási szög változtatásával (II-III. szakasz), míg a süllyedési sebesség csökkentése az EVK-val (a közös beállítási szög növelésével) történik (IV. szakasz). Jól végrehajtott manőver esetén talajfogáskor a  $v_y = 3-4$  m/s-ig csökken. Kedvezőtlen tapasztalat azonban, hogy sok helikoptervezető 3,7 m/s-ot meghaladó süllyedési sebességnél<sup>\*</sup> már nem képes sikeresen leszállni. (Az USA csapatrepülő erők helikoptervezetőinek 50 %-a (!), és a típus repülési feladatait nagyobb magasságban végrehajtott légi erők hajzóinak 10 %-a!).



a - autorotáció függésből, a helikopter mozgási energiájának hasznosítása nélkül; b - autorotáció csökkent teljesítménnyel, működő hajtóművel; c - autorotáció, a helikopter mozgásából és a forgószárny forgásából származó kinetikai energia felhasználásával; d - a repülőgépszerű autorotáció, a forgószárny kinetikai energiája hasznosítása nélkül. I. - siklópálya; II. - felvétel; III. - kilebegtetés; IV. - talajfogás; D - forgószárny átmérő.

3. ábra

\* A hagyományos építésű helikopterek leszállóberendezései  $v \approx 4$  m/s körüli, maximális, függőleges, földetérési sebességre vannak méretezve!



Az autorotációs leszállás esélyei még kedvezőtlenebbek, ha azt kismagasságú függésből, függőleges emelkedésből vagy süllyedésből ("a" változat), esetleg meghibásodott közös beállítási-szög vezérlő rendszerrel ("d"-változat) kísérelik meg végrehajtani.

Az autorotációs leszállást, az is nehezíti, hogy süllyedéskor az EVK felrántásával történő fékezésnél a



4. ábra

forgószárny fordulatszáma ( $n_{FSZ}$ ) nem csökkenhet 70 % alá. Gyakorlati tapasztalatok alapján ilyenkor a forgószárny fordulatszáma másodpercenként 10 %-kal csökken. Siklópályán a függőleges süllyedéskor  $n_{FSZ} \approx 90$  % körüli értéken stabilizálódott forgószárny lefékezésére, így mindössze  $t \approx 1,5$  s áll rendelkezésre (4. ábra). Ez egyben azt is jelenti, hogy a felrántás a földfelszíntől csakszigordon meghatározott,  $H_f = t \cdot v_y = (1,5 + 2) \cdot v_y$  távolságra hajtható végre. Az ettől való

bármilyen eltérés géptöréshez vezethet.

A közös beállítási szög (EVK) vezérlő rendszerének meghibásodása esetén a forgószárny forgásából származó kinetikai energia nem hasznosítható fékezésre. Ennek megfelelően a leszállás csak viszonylag nagy sebességgel, megnövekedett kifutási úthosszal ( $L_{kif}$ ) történhet. A hatékony fékezés érdekében a forgószárny (helikopter) állásszögét  $\alpha = 15^\circ - 18^\circ$ -os értékig kell növelni, ami fokozza a faroklégcsavar talajba verődésének veszélyét (3. ábra "d"-módózat).

Igen kedvezőtlen autorotációs jellemzőkkel rendelkeznek az egyébként korszerű, könnyű és rugalmas műanyag lapátos

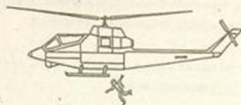
forgószárnyak. Kis tömegük következtében tehetetlenségük is csekély, a hajtómű leállás után nehéz (ön-)forgó mozgásukat fenntartani. E hiányosságot csak forgószárny rendszerébe épített giroszkopikus energiátárolóval lehet megszüntetni, ami viszont a szerkezeti súlyt növeli.

Mindezekből megállapítható, hogy az autorotációval történő kényszerleszállás még kedvező H és V jellemzők mellett sem kockázatmentes, függésből, valamint nagy repülési sebességen és földközeli magasságban pedig nem is hajtható végre biztonságosan.

(Külföldi adatok szerint az általános rendeltetésű helikopterek autorotációs kényszerleszállásai közül 20 % végződik a helikoptervezető /személyzet/ halálával vagy sérülésével, illetve a helikopterek nem javítható meghibásodásával).

#### EJTŐERNYŐVEL TÖRTÉNŐ FÖLDETÉRÉS

Veszélyhelyzetben a helikopter gyors elhagyásának egyik hagyományos eszköze lehet az ejtőernyő. Alkalmazásának azonban meghatározó korlátjai, hogy csak az erre kiképzett személyek használhatják, a gép utasai nem, valamint zuhanáskor



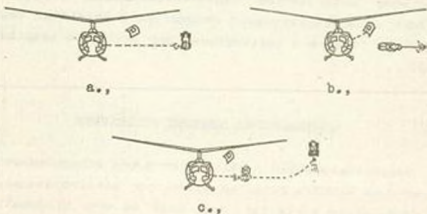
5. ábra



6. ábra

történő kiugráskor (5. ábra) fennáll a géppel történő ütkö-

zés veszélye. Ezenkívül egyes repülési helyzetekben (pl. ha faroklégszavár ledőlés hatására bepördül a helikopter) a hajózó személyzet nem is képes a fülke elhagyására. E hiányosságok elvben kiküszöbölhetők lefelé történő katapultálással (6. ábra), ekkor azonban az ernyő kinyílásához, a függésből történő kiugráskor is minimálisan szükséges 50-60 m-es magasság több mint kétszerese szükséges. Számottevően csökkentené a veszélyeztetés minimális repülési magasságát, ha az ülésről történő katapultálás vagy vontatórakétával történő kilövés a forgószárny forgássíkjával párhuzamosan (7. a., b. ábra), esetleg azt megkerülő "L"-alakú pályán (7. c. ábra) történne. E módzatokkal sem kiküszöbölhető azonban ki az alábbi hiányosságok legalább egyike:

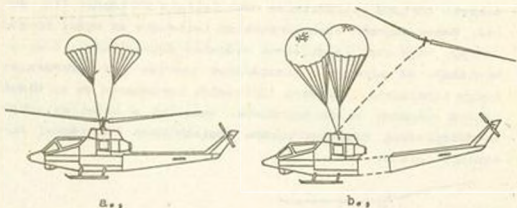


7. ábra

- földközelségben, bedöntött helyzetű helikopterből történő katapultáláskor fennáll a talajhoz csapódás veszélye;
- szerkezetileg nehéz az oldalirányba repülő ülés előre és oldalra történő pörgésének kiküszöbölése;
- nem kellően tisztázottak az oldalirányú túlterhelés ( $n_2$ ) emberi szervezetre gyakorolt kedvezőtlen hatásai.



Ugyancsak az alkalmazhatóság magassági és sebességi korlátai miatt nem várható - az egyébként nagy anyagi érté-



8. ábra

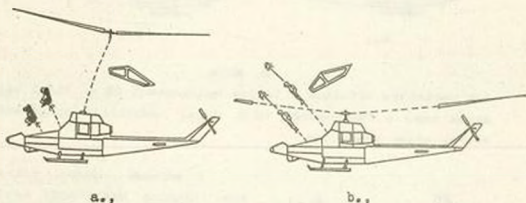
kek mentésére alkalmas - teljes helikoptert (8.a. ábra) vagy annak csak a fülkerészét (8.b. ábra) leszállító ernyőrendszerek elterjedése sem.



9. ábra

E módszer további hátránya, hogy a beépítendő leválasztó- és ernyőegység a helikopter tömegét 5-10 %-kal növelheti, valamint az ernyők nyitása csak a forgószárny eltávolítása után lenne lehetséges. Az utóbbi hiányosság kiküszöbölésére készült az a kanadai terv (9. ábra), amely szerint az ernyőket (2) összehajtott helyzetben az üreges forgószárny tengely belsőjéből kivezetett állótengely konzoljaira (3) rögzítik, leválasztható áramvonalazó burkolat (1) alá.

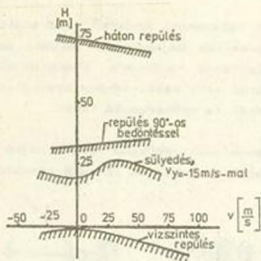
A fentiek alapján belátható, hogy a korszerű követelményeknek megfelelő, nulla repülési magasság és sebesség mellett történő katapultálás csak felfelé történhet (10. ábra). Ennek azonban elengedhetetlen feltétele az egész forgószárny, vagy csak lapátjainak előzetes eltávolítása, lerobbantása). Az elvégzett vizsgálatok szerint a forgószárnyat (vagy lapátokat), valamint fülketetőt lerobbantó és az űlést kilövő rendszer szinkronizálása, valamint a véletlen működésbelépésének megakadályozása meglehetősen költséges, bonyolult feladat.



10. ábra

A hajózó katapultálása történhet katapultüléssel, vagy vontató rakétával. Az első megoldás (10.a. ábra) előnye, hogy külön fejlesztést nem feltétlenül igényel, a merevszárnyú gépeknél bevált ülések közvetlenül vagy csekély módosítással alkalmazhatók. (A Szovjetunióba pl. a MIG-29-en és SzU-27-en már bevált korszerű K-36-os katapultülés helikopteres változatán dolgoznak, míg az amerikai Douglas cég "Minipac" néven kísérleti jelleggel, speciális helikopter katapultülést készített. Utóbbi mindössze 31 kg tömegű, és 710 mm-es vezetősínjén gyorsulva  $n_y = 18$ -as túlterhelés mellett, 12,8 m/s-os sebességgel hagyja el a fülkét. Működhető bepördült helikopterből is, több ülés elhelyezése ese-

tére rendelkezik, kilövési sorrendet programozó és a repülési pályákat elkülönítő vezérlő rendszerekkel). Az elvégzett



11. ábra

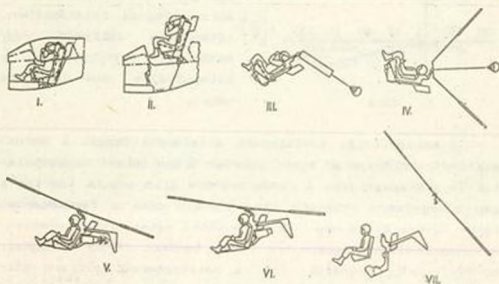
kísérletek alapján megállapítható, hogy valamennyi technikai nehézség megoldása után is, egy ejtőernyő gyorsnyitó mechanizmussal ellátott katapultulás használhatósága extrém repülési helyzetekben a repülési magasság (HD) és sebesség (v) szerint korlátozott (11. ábra). Vagyis földközelségben, intenzíven süllyedő vagy bedöntött helikopterből a katapultálás nem hajtható végre.

A katapultálás korlátozott alkalmazhatóságát a merevszárnyú repülőgépeken nyert sokéves üzemeltetési tapasztalatok is alátámasztják. A rendelkezésre álló adatok szerint a gép elhagyására irányuló elhatározást csak a repülőgévezetők 50 %-a hozza meg időben, a többi katasztrófát szenved. A katapultálást végrehajtottak közül további 15-20 % meghal, 30-40 % pedig megsérül. (Pl. a helikopterek Falkland szigeteknél történt harci alkalmazási tapasztalatai is azt mutatják, hogy Gazelle és Scout helikopterek sérülése, négyből három esetben földközeli magasságon és nagy sebességgel való repülés során következett be. A személyzetek nyolc tagja meghalt, közülük csak egynél voltak meg a feltételek a helikopter elhagyásához. Vagyis, ha valamennyi helikoptervezető elhagyta volna a gépét, heten közülük akkor is feltétlenül meghaltak volna, egy főnél pedig a sikeres megmenekülés valószínűsége olyan lett volna, mint a repülőgépből való katapultáláskor).

## KATONAI HELIKOPTEREK ALKALMAZÁSI ES VÉSZEZHAGYÁSI SAJÁTOSÁGAI

Az előzőekben bemutatott valamennyi módszer - az adott korlátozásokkal - egyaránt alkalmas bajba jutott polgári és katonai helikopterek személyzetének mentésére. Utóbbiaknál azonban a katonai, illetve harci alkalmazás néhány speciális szerkezeti megoldás kimunkálását is szükségessé teszi.

A technikailag jól, a személyzet sérülése nélkül végrehajtott kényszerleszállás, vagy katapultálás is csak részben



12. ábra

sikeres, ha az az ellenséges vonalak mögött történik. E probléma kiküszöbölésére javasolják a 12. ábrán látható katapultálási rendszert, amely szerint sérült gépét elhagyó hajózó (I., II., III.) nem ejtőernyőt, hanem egy autogíró forgószárnyát nyitná (IV). Az előrehaladást egy kis tömegű ( $m \approx 8-13 \text{ kg}$ ), egyszer használatos sugár- (rakéta-) hajtómű biztosítaná (V.). Az üzemanyag kifogyásakor, vagy a kívánt cél elérésekor kellő magasságra emelkedve (szülyedve) (VI.),

a hajózó ülését elhagyva (VII.), ejtőernyővel, hazai területen érhetne földet. Számítások szerint ezzel a berendezéssel  $v \approx 185$  km/ó-ás sebességgel maximálisan 100 km-es távolság tehető meg.

A gépszemélyzet nagy távolságú mentését hivatott megoldani - a 12. ábra I-III. pozícióin bemutatottakhoz hasonlóan



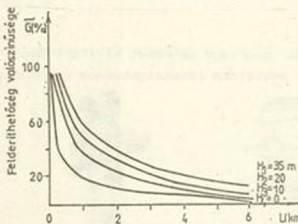
13. ábra

működésbe lépő, de a forgószárny helyett Rogalló-szárnyat nyitó katapultülés (rakéta-hajtóműves sárkányrepülőgép) (13. ábra). A nagyobb távolságok megtételének másik lehetséges eszközeként hátra szerelhető, kormányozható rakéta-hajtómű (13.b. ábra) kifejlesztésén is dolgoznak.

A katonai helikopterek ellenség által történő felderítésének (14. ábra), valamint különböző fegyverzettel való megsemmisítésének (15. ábra) akkor legkisebb a valószínűsége, ha harcfeladataikat földközélen, lehetőleg legnagyobb sebességgel repülve hajtják végre. Ebből adódóan a tipikus katonai, repülési feladatok (légi harc, mentés, felderítés stb.) intenzíven manőverező szakaszai abba a repülési magasság (H) és sebesség (v) tartományba koncentrálnak (16. ábra), ahonnan akár az autorotációval történő kényszerleszállás, akár a gép bármilyen módszerrel történő veszelhagyása nehezen vagy egyáltalán nem hajtható végre (V.8. 2. és 11. ábra).



A felderíthetőség csökkentésére - mivel ez egyben a szolgálati repülési magasság számottevő növelését is lehető-



14. ábra

vé teszi - intenzíven kutatják a STEALTH technológia helikopteren történő alkalmazásának lehetőségeit. A jelenlegi szinten e módszerrel a részleges védelem is csak mintegy 5 %-os tömegnövekedés és jelentős többletkiadás árán biztosítható.

A helikopterek személyzetének megfelelő védelme a teljes repülési magasság-sebesség tartományban konstrukciósan

A helikopter túlélésének valószínűsége

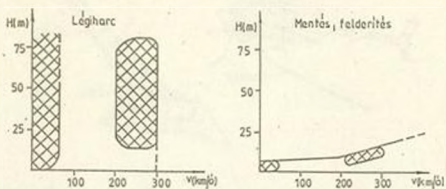
Repülési magasság	5 m	50 m	100 m	500 m	1000 m
	Megsemmítő eszköz	Túlélési valószínűség (%)			
Föld-levegő "légvédelmi" rakéta	≈100	90	80	40	10
Kézi légvédelmi rakéta	≈100	95	90	85	90
Többcsőű, légvédelmi géppágyú	≈100	90	85	75	60
Légvédelmi géppuska	≈100	90	75	85	95
Gyalogsági fegyverek összűze	80	70	60	80	≈100

15. ábra

csak úgy biztosítható, ha a balesetek, katasztrófák kiváltó okaira megkülönböztett figyelmet fordítanak. Ezek közül is egyik meghatározó, hogy a helikopterekkel bekövetkezett re-

pülőesemények előidézője 75-80 %-ban, a hajózó állomány által elkövetett valamilyen hiba (angol és USA hadsereg-repülőik adatai, utóbbiak kárértéke kb. 88 millió dollár !). E

INTENZIV MANÓVEREZÉS



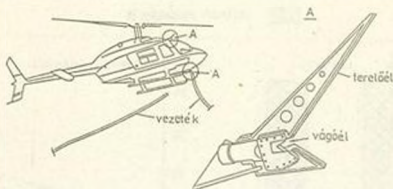
16. ábra

repülőesemények mintegy 70 %-a földi akadállyal, vagy közvetlenül a földfelszínnel történő ütközés miatt következik be. A leggyakrabban ütköző szerkezeti elem a forgószárny (72 %).

A földi akadályok közül egyik legkomolyabb veszélyt az elektromos távvezetékek jelentik (Az USA-ban pl. 10 éves időszak alatt 208 esetben regisztrálták polgári helikopter elektromos vezetéknek ütközését. Ezek során 37 fő meghalt, 137 súlyosan megsérült, 88 helikopter teljesen összetört, 120 pedig megrongálódott. Mindezekon kívül még feltételezik, hogy 1 regisztrált ütközésre 10 regisztrálatlan jut !).

Az elektromos vezeték felderítésére és előjelzésére évek óta változó sikerrel folyik különböző kutatólaborok és lézerek fejlesztése. Jelenleg legbevéltabbnak az angol WSPS (Wire Stricke Protection System) rendszer tekinthető. Ezt a fülke mellő részén, alul és felül felszerelt, terelekből és ék alakú acélkésekből kialakított két vágószerke-

zet alkotja (17. ábra). Segítségével  $v = 110 \text{ km/h}$  repülési sebességig, 22 mm-es átmérőjű vezeték is átvágható úgy, hogy közben a pillanatnyi hosszanti túlterhelés ( $n_x$ ) elviselhető



17. ábra

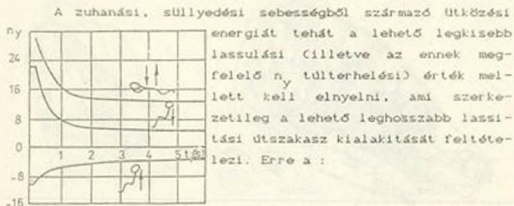
értéken marad, az oldalirányú ( $n_z$ ) pedig nem haladja meg az 1-et. (Úgy vélik, hogy csak az USA-ban egyedül a WSPS alkalmazása következtében a katasztrófák száma 24-28 %-kal csökkent és mintegy 25,2 millió dollárt sikerült megtakarítani).

A földközeli repülésből történő lezuhanások és sikertelen autorotációs leszállások adatai alapján megállapítható, hogy döntő többségüknél a földetérés sebessége nem haladta meg a  $v_y = 6-15 \text{ m/s}$  értéket. Ez egyértelművé teszi a konstruktőrök számára, hogy a korszerűen megépített katonai (de vélhetően polgári-) helikopter sarkányának is biztosítani kell  $v_y = 15 \text{ m/s}$ -os süllyedő sebességgel, ütközéskor is a benntartózkodók sérülésmentes túlélését. Könnyen belátható, hogy az adott feladat nem oldható meg a törzs nagymérvű merevség növelésével, mivel ez:

- jelentős szerkezeti tömegnövekedést eredményezne;
- a bennülők számára a  $v_y$  zuhanósebesség zérus értékre csökkenése rövid úton, intenzív lassulás (nagy  $n_y$



túlterhelés) mellett következne be, és ez meghaladná az ember fiziológiai adottságai alapján meghatározott  $n_{y,max}$  értékeket (18. ábra). CP1. a hajózó állomány gerinc sérülésének valószínűsége is szorosan összefügg a kényszerleszállás függőleges sebességével. Amennyiben  $v_y = 6$  m/s, úgy 50 %-os, ha  $v_y = 15$  m/s-ig nő, úgy 100 %-os, csillapítás nélkül a gerinc sérülés bekövetkezésének valószínűsége).



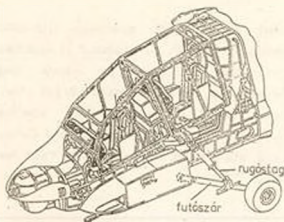
18. ábra

- speciális, hosszúlöketo futómű-rugóstagok;
- a külön energia-elnyelővel felszerelt ülések;
- az ilyen követelményeknek megfelelően kialakított sárkány (törzs) elemek;

jöhetnek számításba.

A legújabb harci helikopterek futóműveinek kialakítását egyértelműen a lezuhanási biztonságra való törekvés határozza meg. Az első generációs AH-1, MI-24 stb. helikopterek leszálló berendezései a könnyűépítés elveinek és az aerodinamikai követelményeknek legjobban megfelelő egyszerű csúszótálpak, vagy behúzható teleszkópikus (= a futószár és a rugóstag egy szerkezeti egység), kerek futóművek voltak. A második generációs (AH-64, MI-28, A-129 Mangusta stb.)

helikopterek már kivétel nélkül, megerősített, hosszúlökett, karos rendszerű (= a futószár és rugóstag külön szerkezeti egység), nem behúzható kerekes főfutóművel épültek (19. ábra). E nagyobb szerkezeti tömegű és légellenállású konstrukciók meghatározó előnye azonban, hogy adott terhelés hatására 20-50 %-kal kevesebb túlterhelést adnak át a törzsre, mint a teleszkópius vagy csúszótalpas kivitelűek.



19. ábra

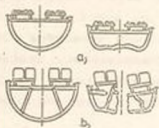


20. ábra

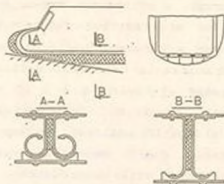
A nagy süllyedési sebességgel földet érő helikopter utközési energiáját tovább csökkentheti a speciális becsapódás-csillapítóval felszerelt ülés. A rugalmas ülőpárna és háttámla benyomódásán kívül az ülés felfüggesztő rendszere is további 200-500 mm-es függőleges, lassuló mozgást tesz lehetővé, a becsapódási sebességtől függően. A 20. ábrán a Martin-Baker cég által e követelmények szerint, katonai helikopterekhez (pl. AH-64, UH-60 stb.) kifejlesztett HACS (Helicopter Armoured Crashworthy Seat) páncélozott ülése látható.

Abban az esetben, ha a futómű berugózása és az ülés elmozdulása együttesen sem elégséges az utközési energia felémésztésére, úgy e célra számításba jöhet a törzs irányi-

tott, rugalmatlan deformációja is. (21. a. ábra) (Pl. a futószarak kitörését követően!). Fontos azonban már a tervezés stádiumában figyelembe venni, hogy az egyébként jól méretezett teherviselő elemek se okozhassanak személyi sérülést



21. ábra



22. ábra

rögzítésük megszűnésekor, törésük vagy deformálódásuk esetén (21. b. ábra). A korszerű légijárművek törzs-kialakításánál speciális, nagy deformációs munkafelvételre alkalmas szerkezeti elemek beépítésével csökkenthető a gépben tartózkodó személyekre ható túlterhelés. Például a 22. ábrán bemutatott hossztartó gerincét úgy rögzítik az örvészekhez, hogy a lökészerű terhelés hatására annak csak egyik, a külső oldali összeerősítése nyíródjon el és itt a kettős gerinc az előbeépítésének hatására meghatározott irányba deformálódjon.

A földközeli magasságból lezuhant, illetve kényszerleszállást végrehajtott helikopterek baleseti statisztikáinak elemzéséből az is kiderül, hogy a gépben tartózkodók védelmére nem elég csak az ötöt érő túlterhelést csökkenteni. A földetérés körülményeitől és a helikopter konstrukciójától függően a vizsgált esetek 10-25 %-ában tűz is keletkezett, amelyek során négyeszer több személy veszítette életét, mint tűzmentes repüléseményeknél. A tapasztalatok azt mutatják, hogy kényszerleszálláskor a tűz előidézője rendszerint az üzemanyag- és hidraulika-tartályok, illetve csövek, valamint

az elektromos vezeték szétszakadása, roncsolódása. E sérüléseket többnyire a közlőmű-berendezések (reduktorok, tengelyek stb.), hajtóművek rögzítési csomópontjaiból történő kimozdulása, a forgószárnylapátok törzshöz történő ütközései okozzák. A különböző, földetérésekkor bekövetkező repülőesemények statisztikai feldolgozásából levont következtetések nyomán a korszerű helikoptereket már olyan tüzelőanyag- és hidraulika-tartályokkal építik, amelyek szétszakadás nélkül képesek elviselni a  $v = 15$  m/s süllyedő sebességű földetérést. Ezenkívül, önhermetizáló csővezetéseket, zselatinos kiömlésgátló adalékot, valamint olyan komplexumot is alkalmaznak, amely megakadályozza a tüzelőanyag belobbanását elektromos szikraképződéskor.

A cikk címében szereplő "AUTOROTALNI, KATAPULTALNI VAGY LEZUHANNI?" kérdésre adható legmegfelelőbb válasz: az is. Azaz, katasztrófaelhárítás szempontjából legbiztonságosabbak azok a helikopterek, amelyek konstrukciós kialakítása az előzőekben ismertetett, mindhárom földetérési módozatot biztosítja a gépen tartózkodók számára, illetve alkalmasak a földdel, tereptárggyal történő ütközés járulékos következményeinek (tűz, robbanás szerkezeti elemek leszakadása stb.) megelőzésére, kiküszöbölésére.

#### FELHASZNALT IRODALOM

1. Akimov A. I. - Bresztev L. M. - Miheev R. A.:  
Letnie iszpitanie vertoletov  
MASINOSZTROENIE, Moszkva 1980.
2. Alekszejev és mások:  
Szredsztva szpaszenija ekipazsa szamoleta  
MASINOSZTROENIE, Moszkva 1975.

3. Bezborodov V. :  
MI-28: vertolet-szoldat  
AVIACIA I KOSZMONAVTIKA 1990/2. p.26-29.
4. Gainesm Mike:  
Eject, eject, eject  
FLIGHT INTERNATIONALE 1981. N<sup>o</sup> 3757 p.1304-1310.
5. Gubarev, B. :  
Katapultnoe kreszlo dija vertoleta  
AVIACIA I KOSZMONAVTIKA 1990/11. p. 38-39.
6. Gunston, Bill - Spick, Mike:  
Modern fighting helicopters  
SALAMANDET BOOKS, London 1986.
7. Kazajkin V.Sz. - Kosztrulo J.P. :  
Analiz letnih proizsestvij vertoletov armijszkoj aviacii  
i opredelenie perszpektivnih napravlenij razvitija  
szredstv avariynogo szpaszenia  
PROBLEMI BESZOPOSZNOSZTI POLETOV 1986/3. p.11-22.
8. Koechner, Walter:  
Wire obstacle avoidance system for helicopters  
FIBERTEK, INC., N<sup>o</sup> 154026, 1988.02.09.
9. Mc Kown James M. :  
Active cable-cutting assembly for aircraft  
CUSTOM AIR, INC N<sup>o</sup> 43683 1989.05.02.
10. Óvári Gyula:  
Helikopter szerkezetan II. (főiskolai jegyzet)  
KGYRMF, Szolnok, 1987.



11. Óvári Gyula:  
 Manővezető helikopterek időleges kormányozhatóság  
 veszítése  
 TUDOMÁNYOS KIKÉPZÉSI KÖZLEMÉNYEK 1990/4. p. 50-59.
12. Óvári Gyula:  
 Merev- és forgószárnyas repülőgépek szerkezetana III.  
 (főiskolai jegyzet)  
 KGYRMF, Szolnok 1989.
13. Podmizek, Vlastimil - Suchanek, Tamás:  
 Zachranne sistemy osádak vrtulniku  
 LETECTVI + KOSMONAVTIKA 1981/23. p. 909-910.
14. Repülés közben fellépő gyorsulások és a repülőgépvé-  
 zető védőeszközei (Re/557.)  
 HM 1965.
15. Romaszevics V.F. - Szamoljov G.A.:  
 Prakticseszkaja aerodinamika vertoletov  
 VOENNOE IZDATELSZTVO, Moszkva 1980.
16. Sadamasa, Iola:  
 Helikopterek Utközése elektromos távvezetékekkel  
 (Japán cikk orosz nyelvű fordítása)  
 KOKU GIDZUCU = AIRCRAFT ENGINEERING 1984. N<sup>o</sup>410. p. 40-43.
17. Stilles, Frank B.:  
 Emergency soft landing system for helicopters propeller  
 KANADA "MKI" Bulletin N<sup>o</sup> 387347 1988.12.06.

Kiss Lajos mk. százados

A REPÜLŐGÉP HOSSZIRÁNYÚ STABILITÁSA ES  
KORMÁNYOZHATÓSÁGA FEL- ES LESZÁLLÁSKOR

A repülőgépek repülés közbeni stabilitásáról, kormányzásáról idáig elég sok tanulmány, cikk jelent meg. A fel- és leszállás közbeni hosszirányú stabilitásról és kormányozhatóságról, miközben a repülőgép a főfutókon gurul, jelentőségéhez képest kevés anyag áll rendelkezésünkre. Ebben a publikációban erről a problémáról szeretnék néhány gondolatot írni.

A repülőgép főfutókon való egyenesvonalú haladáskor figyelmen kívül hagyva a futószár deformációját — a haladó mozgás a következő egyenletekkel írható fel:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{m} (F_p \cos \alpha_p - F_x - F_s) \quad (1)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{m \cdot v} (F_p \sin \alpha_p + F_y - G + F_N) \quad (2)$$

$$I_z \frac{d^2\theta}{dt^2} = M_{z0} + (x_{sp} - x_F) F_y + M_z^{\omega} \omega_z + M_z^{\alpha} \alpha + M_z^{\rho} \rho + \\ + F_p y_p - F_N x_N - F_s y_s \quad (3)$$

ahol:  $\theta = \theta + \alpha$

Az egyenletek elemi függvényekkel nem adnak megoldást, ezért a főfutókon való mozgás vizsgálatokor a következő egyszerűsítéseket alkalmazzuk:

1. Ismeretes, hogy  $\mu > 1$  tolóerő-súly viszonyú repülőgépeknél az összes ellenállási erő  $(F_x + F_s)$  közel 20 %-a a tolóerőnek. Kis állásszög változás esetére, nekifutáskor a gyorsító erő alig változik.

$$F_{\text{gyors}} = F_p \cos \alpha_p - (F_x + F_s) \quad (4)$$

Ez az egyszerűsítés lehetővé teszi az (1) egyenlet megoldását adott állásszögnön  $\alpha = \alpha_{\text{felsz}}$ .

2. A repülőgép súlypontjának pályája nekifutáskor gyakorlatilag egyenesvonalú, ezért az (2) egyenlet is egyszerűsíthető:

$$F_p \sin \alpha_p + F_y - G + F_N = 0 \quad (5)$$

Igy az egyszerűsítésekkel a negyedfokú nonlineáris egyenletrendszer másodfokú egyenletre csökkent. Így adott  $v(t)$  felszállósebességgel vizsgálható a repülőgép hosszirányú stabilitása és kormányozhatósága.

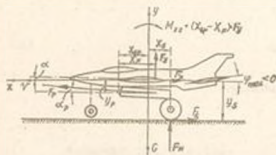
Az egyenesvonalú pálya esetén addódik, hogy:

$$\theta = \alpha, \quad \Delta\theta = \Delta\alpha, \quad \frac{d\theta}{dt} = \frac{d\alpha}{dt} = \omega_z \quad (6)$$



Ismerve, hogy kis  $\alpha_p$  esetén:  $\sin \alpha_p \approx \alpha_p = \alpha + \varphi$  hmf.

Felhasználva az (5) egyenletet, az (3) egyenletből kifejtjük az  $F_N$  és  $F_S$  erőket, alkalmazva az (6) összefüggést, a nyomatéki egyenlet a következő lesz:



1. ábra

$$I_z \frac{d^2 \alpha}{dt^2} = M_{z0} + (x_{sp} - x_F) F_y + (M_z^{\omega z} + M_z^{\alpha}) \frac{d\alpha}{dt} + M_z^{\varphi} \varphi + \\ + F_p y_p + (x_s + f y_s) F_y - (x_s + f y_s) F_p \alpha - (x_s + f y_s)$$

$$(F_p \varphi \text{ hmf} - 6) \quad (7)$$

A megoldás tovább egyszerűsíthető, ha feltételezzük, hogy kis  $\Delta t$  időintervallumban a sebesség gyakorlatilag nem változik. Taylor sorba fejtve, majd linealizálva és a tagokat csoportosítva kapjuk:

$$\frac{d^2 \Delta \alpha}{dt^2} - \frac{1}{I_z} (M_z^{\omega z} + M_z^{\alpha}) \frac{d\Delta \alpha}{dt} - \frac{1}{I_z} [M_z^{\alpha} + (x_s + f y_s)]$$

$$[C_y^{\alpha} + F_{p0}] \Delta \alpha = \frac{1}{I_z} M_z^{\varphi} \Delta \varphi \quad (8)$$

Felhasználva a csillapítási tényezőt, valamint a saját

lengés fogalmát, megkapjuk a repülőgép főfutón való mozgásának egyenletét:

$$(D^2 + 2 n_0 D + \Omega_0^2) \Delta \alpha = n_{3p} \Delta p \quad (9)$$

ahol:  $D$  - differenciálási operátor;

$$2 n_0 = - \frac{1}{I_z} (M_z^z + M_z^\alpha) - \text{csillapítási tényező};$$

$$\Omega_0^2 = - \frac{1}{I_z} \left[ M_z^\alpha + (x_s + f y_s)(C F_{y_0}^\alpha + F_{p_0}^\alpha) \right] - \text{saját len-} \\ \text{gés négy-} \\ \text{zete};$$

$$n_{3p} = \frac{M_z^p}{I_z} - \text{stabilizátor hatásosságának tényezője};$$

Mivel nekifutáskor a repülőgép sebessége az idő függvényében növekszik, ezért az  $n_0$ ,  $\Omega_0^2$  szintén a sebesség négyzetével arányosan változik. Az (9) egyenlet az előbbieket alapján másodrendű, inhomogén, változó együtthatójú differenciál egyenlet. Az egyenlet együtthatóinak bonyolultsága nem teszi lehetővé sem a partikuláris, sem az általános megoldást. Ezért úgy járunk el, hogy egy tetszőleges  $t_0$  - időhöz kiszámítjuk a megfelelő repülési sebességet, az ehhez tartozó  $2n_0$ ,  $\Omega_0^2$  és  $n_{3p}$  értékeket s az adott  $\Delta t$  időintervallumon belül ezeket változatlanul tekintjük. Ertelemszerűen a következő  $\Delta t$  időintervallumban a sebesség más lesz, következőképpen  $2n_0$ ,  $\Omega_0^2$  és  $n_{3p}$  is más lesz.

Amennyiben az (7) egyenletben az együtthatók állandóak, akkor a következő feladatokat lehet megoldani:

1./ Jellemezhető a repülőgép dinamikai tulajdonsága pl. megzavart áramlásban (állásszög alapján) s főfutón való haladáskor;

2./ Jellemezhető a stabilizátor kitérítésének átmeneti függvénye (állásszög alapján) fokozatos (lépcsős)  $\Delta p$  kitérítéskor;

3./ Meghatározható a szükséges stabilizátor-kitérítés az  $\alpha_{\text{felsz}}$ -hoz.

$$\Delta p = \frac{\Omega_0^2}{n_{3p}} (\alpha_{\text{felsz}} - \alpha_0);$$

4./ Adott  $\Delta p$  értéknél értékelhető az az idő, amíg a repülőgép  $\alpha_0$ -ból  $\alpha_{\text{felsz}}$ -ra ér.

A vizsgálatok során kiderült, a csillapítási tényező  $2n_0$  a repülőgép földön történő mozgásakor mindig kisebb, mint repüléskor. Nekifutáskor  $n_{2\alpha} = 0$ , ezért az  $\alpha$  és  $\theta$  szerinti zavarások lassabban csillapodnak a földön, mint a levegőben. Repüléskor  $\Omega_0^2$  nagyobb, mint a földön történő mozgáskor, a csillapítási tag kiegészítése miatt, azaz:

$$\frac{F_{y_0}^{\alpha} + F_p \cos \alpha_p}{m v_0} \quad \frac{M_z^{\omega_z}}{I_z}$$

Ezen kívül földön történő mozgáskor  $\Omega_0^2$  tovább csökken az  $(x_s + fy_s)$   $(F_{y_0}^{\alpha} + F_{p_0})$  tag hatására. Ez abból következik, hogy  $x_s > 0$ ,  $y_0 > 0$ , illetve  $F_{y_0}^{\alpha} + F_{p_0} > 0$ . A fenti tagok egyenlő mértékben csökkentik a repülőgép statikus stabilitását is (állásszög alapján).

Ilyenformán megállapítható, hogy a repülőgép főfutóin törtéző mozgása alatt a repülőgépek kisebb a hosszirányú stabilitási tartaléka, mint repüléskor.

Ismerve  $\Omega_0^2$  jelentését, megállapíthatjuk, hogy a repülőgép főfutókon való stabil mozgásához

$$(\bar{x}_F - \bar{x}_{sp}) > (x_s + f y_s) \left(1 + \frac{F_{p0}}{F_{y0}^a}\right) \quad \text{szükséges.}$$

Ehhez viszont, hogy ez teljesüljön rendkívül nagy statikus stabilitás szükséges ( $n_y$  szerint).

Nézzük meg a repülőgép hosszstabilitás csökkenésének okát: - Amikor a repülőgép a főfutóin mozog, az ábrán látható erők és nyomatékok hatnak.  $F_N$  és  $F_0$  erők orrnehéz nyomatékot hoznak létre. Tételezzük fel, hogy az állásszög megnövekszik  $\Delta\alpha$ -val. Az  $F_y$ ,  $\Delta F_y$ -al való növekedése miatt  $F_N$  és  $F_0$  erők  $\Delta F_N$  és  $\Delta F_0$ -el csökkennek. Ezek az erők a repülőgép súlypontja körül farnehéz nyomatékot hoznak létre, amely tovább növeli az állásszöget. Amennyiben az állásszög  $\Delta\alpha$ -val csökken, a helyzet fordítva igaz.

Összességében elmondható, a repülőgép mozgása nekifutáskor (illetve leszálláskor) a főfutókon nem stabil, de a művelet igen rövid ideje miatt nem tűnik veszélyesnek.

FELHASZNÁLT IRODALOM:

1./ Taraszenkov, Braga, Taranyenko: Dinamika paljota i boevova manevriroványijá letatyelnih apparatov

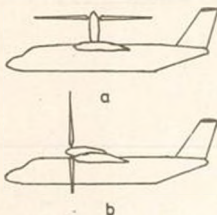
1984, Zsukovszkij Akadémia

2./ Nyeljkov, Novad: Dinamika paljota i boevova manyevriroványijá letatyelnih apparatov

1990, Zsukovszkij Akadémia

A DÖNTHETŐ ROTORÚ REPÜLŐGÉPEK FEJLESZTÉSE  
NAPJAINKBAN

Az USA-ban és Európában mind a polgári, mind pedig a katonai felhasználókat foglalkoztatja a dönthető rotoros repülőgépek (Tilt Rotor Aircraft) fejlesztésének és üzemeltetésének kérdései.



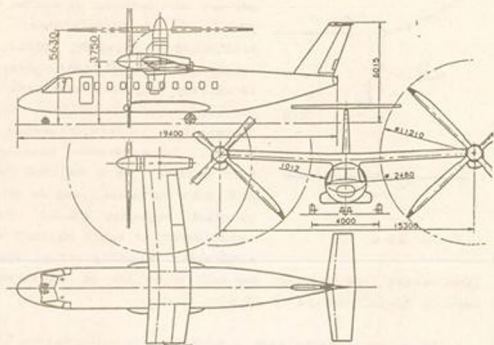
1. ábra

A Tilt Rotor Aircraft - vagy másképpen konvertiplán - átmenet a merev- és a forgószárnyas repülőgépek között. Függőleges fel- és leszálláskor úgy működik mint egy kereszt elrendezésű helikopter (1. a ábra), míg utazó repülésben nagy átmérőjű légcsavarral rendelkező merevszárnyas repülőgéppnek tekinthető (1. b ábra).

Az utasszállító konvertiplánok különféle terveit nem egyszer vizsgálták már az utóbbi 20 évben. Amerikai szakértők javasolják a V-22 repülőgép utasszállító változatának kidolgozását. Európa helikopter gyártó cégei közösen dolgoznak az EUROFAR programon, amelynek keretében egy 30 férőhelyes, 15,3 m szárnyterjedtségű, tilt rotorú repülőgépet terveznek 11,2 m átmérőjű légcsavarral (2. ábra). A gépek építői felhasználják az XV-15 és a V-22 típusok tapasztalatait. A felhasználók szempontjából fontos, hogy a repülőgépet felszereljék speciális leszállító rendszerrel, valamint a hajtóművek olyan kialakítása amely lehetővé teszi a gép repülé-



sét az egyik hajtómű leállása esetén. Nagyon fontos gondoskodni a konvertiplán alacsony zajszintjéről. Ez azért lényeges követelmény, mert egyik feladatuk lenne a városközpont és a városszéli repülőterek összekötése, amely miatt lakott terület fölött, kis magasságon hajtának végre repüléseiket.

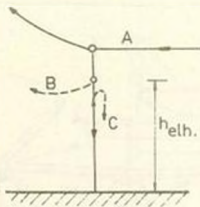


2. ábra

A leszállóhelyek városközpontokban és közforgalmú repülőterek mellett történő kialakítása előnyös az utas kényelme és időmegtakarítása szempontjából. A siker kulcsfeltétele lenne a konvertiplán időjárástól való minimális függése. Ezért szükséges a megfelelő földi- és fedélzeti leszállító rendszer kidolgozása. Önálló leszállóhely kialakítása a repülőter körzetében lehetővé teszi a leszálló pálya tehermentesítést is. A függőleges vagy meredek leszállást biztosító földi MVLS (Mikrowave Vertical Landing System) rendszer kidolgozása napjainkban is folyik. A rendszerben lehetséges

fel- és leszállási lehetőségeket a 3. ábra szemlélteti.

Az útvonal repülés végrehajtása után a repülőgép fékezéssel átmegy függésbe a leszállóhely fölött. A környező



3. ábra

akadályoknál magasabban végrehajtott függést követően a gép függőleges süllyedéssel ér földet (A görbe). Ha leszállás közben - az elhatározási magasság fölött - valamelyik hajtómű leáll, akkor a leszállást meg kell szakítani és repülőgépszerű leszállást kell végrehajtani megfelelő terepen (B görbe). Természetesen hasonlóan kell eljárni, ha a hajtómű felszálláskor hibásodik meg az elhatározási magasság fölött. Felszálláskor az egyik hajtómű elhatározási magasság alatti leállása esetén a felszállást meg kell szakítani és vissza kell térni a leszállóhelyre (C görbe).

A közvetlen tapasztalatok hiányában a konvertiplánon történő repülés árának előzetes becslése szerint 1,5 - 4 -szer drágább a másfajta repülőgépen való repülésnél. A városszéli repülőterre történő utcai utazás költségének és idejének figyelembe vételével a tilt rotorú repülőgéppel történő utazás ára már elfogadható.

Szakértők szerint a konvertiplánokra épülő nemzeti légi közlekedési hálózat az utas- és teherforgalmon kívül lehetővé teszi egy gyorsabb és hatékonyabb egészségügyi, valamint kutató - mentőszolgálat kialakítását a hagyományos helikopterekkel közösen.

Az USA haditengerészete számára a Boeing Helicopter és a



Bell Helicopter Textron cégek az XV-15 és a V-22 gépek tapasztalatai alapján dolgoznak egy Pointer nevű távirányítású tilt rotorú repülőgépen. A Pointer adatai az I. táblázatban vannak feltüntetve, oldal- és felülnézeti rajzai pedig 4. ábrán láthatók.

Pointer repülőgép adatai:

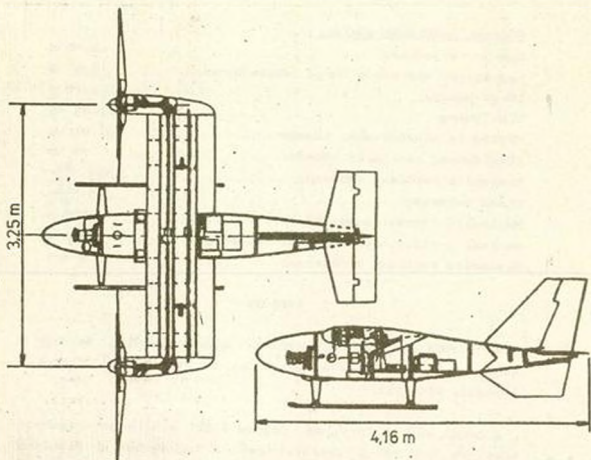
Szárny terjedtség:.....	3,25 m
Legnagyobb szélesség forgó légcsavarokkal:.....	5,6 m
Törzs hossza:.....	4,16 m
Üres tömeg:.....	194 kg
Maximális hasznos teher tömege:.....	34 kg
Tüzelőanyag maximális tömege:.....	73 kg
Maximális repülési sebesség:.....	300 $\frac{\text{km}}{\text{óra}}$
Utazó sebesség:.....	250 $\frac{\text{km}}{\text{óra}}$
Maximális függési magasság:.....	2300 m
Maximális vízszintes repülési magasság:.....	7620 m
Maximális repülési időtartam:.....	5 óra

I. táblázat

Az előállítás technológiájának egyszerűsítése, és így a költségének csökkentése érdekében a gép törzsét kompozit anyagból készítik.

A gépet egy, a törzsben, szárny előtt elhelyezett szabad-turbinás hajtóművel szerelik fel. A hajtóművet a Williams International vállalat állítja elő a gép tervezőivel együttműködve. A prototípus a hajtómű egy közbelső változatával látják el, azért mert a kísérleti repülések kezdetére a széria hajtómű még nem lesz készen. Egyben felhasználják a kísérleti és bemutató repülések tapasztalatait a széria hajtómű optimalizálására is. A hajtómű szárny előtti elhelyezése pedig biztosítja a repülő megfelelő súlypont helyzetét.

A szárny végén elhelyezett légcsavarok a hajtást reduktórokon keresztül kapják. A fordulatszámukat  $1200 \frac{1}{\text{perc}}$  - re tervezik, hogy a lapátvég kerületi sebessége  $152 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  - nál kisebb legyen. Ezzel biztosítják a gép nagyon alacsony zajsztintjét.



4. ábra

A távirányítású konvertiplánra a kísérleti repülések első szakaszában a Futaba cég rádió vezérlő rendszerét helyezték el. A későbbiekben a gépbe digitális robotpilótát is szerelnek

A II. táblázat mutatja a gép kormányzásának elvi megoldásait helikopter, illetve merevszárnyas repülőgép üzemmódokon. Az ott felsorolt kormánysszerkeken kívül a gépet ellátták féklapokkal is, az egyik üzemmódból a másikba való áttérés biztosítása érdekében. A "repülőgépes" vezérlőrendszer mindkét repülési üzemmódon aktív, míg a "forgószárny" vezérlőrendszert - a repülési sebesség függvényében - a merevszárnyak felhasználásával történő repülésre való áttérés-kor kikapcsolják.

Kormányzási mód:	"Helikopter" üzemmód:	"Repülőgép" üzemmód:
függőleges fel- és leszállás	légcsavarok közös beállítási szög	_____
bólintás	légcsavarok ciklikus beállítási szög	magassági kormány
bedöntés	légcsavarok differenciált közös beállítási szög	csőrőlapok
útirány	légcsavarok differenciált ciklikus beállítási szög	oldal-kormány

II. táblázat

A függőleges repülési üzemmódokon a bólintást a botkormány hosszirányú mozgatásával vezérik. Ezen kívül a törzs bólintását megváltoztathatják a légcsavar tengelyek döntésével, ahogyan ez megvalósul az üzemmód váltásakor.

A bedöntés szerinti és az útirányú kormányzást biztosítja a légcsavarok közös beállítási szögének differenciált változtatása és a ciklikus beállítási szögének hosszanti síkban történő változtatása.

A légcsavarok vezérlő rendszerét a speciális gondolában helyezték el. A gondola dőlésszögét a törzsben elhelyezett elektromotorral állítják. Az egyik repülési üzemmódból a másikba való áttérés létrejöhet a gondola közbeni helyzete esetén is. A légcsavar lapátok beállítási szög vezérlő egység automatikája szabályozza a közös beállítási szög értékét a gondola - azaz a légcsavartengely - elfordítási szöge függvényében. A légcsavartengely vízszintesbe való fordításakor a vezérlő egység ciklikus beállítási szögének változtatási lehetősége megszűnik.

A gép légcsavarlapátjai hajó fedélzeten való tárolásakor - a szükséges állóhely csökkentése érdekében - úgy fordíthatók, hogy az egyik a három közül vízszintesen befelé álljon, miközben a kifelé mutató másik kettőt be lehet hajlítani. A gép 5,6 m-es legnagyobb szélessége a légcsavarok beforgatásakor 4,48 m-re, a külső lapátok behajtása után pedig 3,5 m-re csökken.

A Pointer távirányítást, dönthető rotoros repülőgépet különféle feladatok megoldására használható fel. Ilyen feladat lehet például nukleáris, biológiai valamint kémiai szennyeződések feltárása, lézeres célmegjelölés és csapásmérés az ellenség nagyszabású helikoptereire.

A Pointer repülőgép üzemeltetése nem nagy vízkiszorítású hajók fedélzetéről is lehetséges, mivel függőleges fel- és leszállása következtében kifutópályát és külön berendezéseket (pl. a meglehetősen balesetveszélyes indító gőzkaputot).

E rövid áttekintésből is jól látható a Tilt Rotor Aircraft alkalmazásának előnyei, építésének és üzemeltetésének kérdései.

Felhasznált irodalom

- 1 - Ward J. The desing challenge of applying tiltrotor technology to the civil mission AIAA Pap.1989 2067 1-11
- 2 - Taylor R. "The Pointer", a new concept for RPV air vehicles Remotely Piloted Vehicles 7th Int. Conf. 1988 Bristol UK 1988. 10.1.-10.6.

A TV2-117A TÍPUSÚ HELIKOPTERHAJTÓMŰ KOMPRESSZORÁNAK  
VIZSGÁLATA

Ebben a cikkben szeretném folytatni az 1991/1. számban megjelent, a hajtómű-vizsgálatról szóló tanulmányom, részletesen kitérve a kompresszor - mint hajtómű-részegység elemzésére. Számítások segítségével meghatározható a fokozatokra jutó hőmérsékletnövekedés és nyomásviszony. Ezek felhasználásával megkaphatók a fokozatok előtti és mögötti hőmérséklet- és nyomásértékek, majd felvehető a fokozatok sebességi háromszögei. Ez a munka az oktatásban hozzásegíthet a kompresszor termikus és áramlástanai viszonyainak jobb megértéséhez. A kapott eredmények kiindulási alapul szolgálhatnak a kompresszor további vizsgálatához, pl. a kompresszor-lapátokra ható erők meghatározásához.

Mivel tízfokozatú kompresszort vizsgálók, felvetődik a kérdés, hogy érdemes-e egyáltalán hagyományos "kézi" számításokat végezni, vagy célszerűbb inkább számítógépes programot írni a feladat megoldására. Az utóbbi két szempontból is kedvezőbbnek tűnik. Egyrészt, mire a hagyományos módszerrel történő számítást elvégezzük, akkorra programot is készíthetünk. Másrészt a "kézi" számítás elvégezhetősége miatt minden fokozatra előzetesen meg kell határozni a termikus körfolyamat számításakor a közepes fajhő ( $C_p$ ) és adiabatikus kitevő ( $\kappa$ ) értékeit, valamint egy átlagos fokozat izentrópiikus hatásfokával dolgozhatunk. Mindezek az egyszerűsítések a pontosság rovására mennek, ami gépi számításnál kiküszöbölhető. Pl. egy szubrutin segítségével valamennyi fokozatra lekérdezhethetjük a reál érvényes, állandó nyomáson vett fajhő és adiabatikus kitevő értékeit. Több számítási ciklus elvégzésével helyesbíthetjük a fokozat izentrópiikus hatásfok



adatait, az előző számítási ciklus eredményeinek felhasználásával. Mindezzel ciklusonként egyre közelebb kerülünk az optimális megoldáshoz. Számításaim során a harmadik és negyedik ciklus eredményei között már nem volt gyakorlati eltérés. Meg kell jegyezni, hogy az első számítási ciklus, ami hagyományos számítással is elvégezhető (magam is elvégeztem!), már megfelelően pontos eredményeket szolgál a későbbi gépi számítás eredményeivel összehasonlítva is.

#### A KOMPRESSZOR SZERKEZETENEK RÖVID ISMERTETÉSE ES A KIINDULÓ ADATOK MEGHATÁROZÁSA

A vizsgált kompresszor egy tízfokozatú axiális kompresszor. Az előperditő és a három első, álló, tereelő lapátoskorszorú lapátjainak beállítási szöge hidromechanizmus segítségével változtatható az átszámított fordulatszám függvényében. A kompresszor-fokozatok középátmérője hátrafelé növekszik, ami azok optimális kihasználtságát javítja.

##### Kiinduló adatok:

- $P_1 = 100311 \text{ Pa}$  - kompresszor belépési keresztmetszetének nyomása;  
 $T_1 = 288 \text{ K}$  - kompresszor belépési keresztmetszetének hőmérséklete;  
 $P_2 = 662057 \text{ Pa}$  - kompresszor kilépési keresztmetszetének nyomása;  
 $T_2 = 530 \text{ K}$  - kompresszor kilépési keresztmetszetének hőmérséklete;  
 $m = 6,8 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$  - a kompresszor levegőszállítása;  
 $n_K = 6,6$  - a kompresszor nyomásviszonya;  
 $n = 348,03 \frac{1}{\text{s}}$  - a kompresszor fizikai fordulatszáma fel szálló üzemmódon.

Ezek az adatok részben a termikus körfolyamat számításnál már felhasznált, a hajtómű leírásból vett

adatok, részben pedig a termikus körfolyamat számítási eredményei. A vizsgált üzemmód ugyanaz a felszálló üzemmód, ( $T_0 = 288 \text{ K}$ ,  $p_0 = 101325 \text{ Pa}$ ) amit előzőleg a termikus körfolyamat számításakor végeztem, így ezek adatai újból felhasználhatók.

Nagyon fontos a sebességi háromszögek felvételéhez a reakciófok meghatározása. A reakciófok azt fejezi ki, hogy a kompresszor-fokozatban hogyan oszlik meg az entalpia-növekedés az álló és forgó lapátkoszorú között. Képlete:

$$r = \frac{\Delta i_f}{\Delta i_f + \Delta i_d}$$

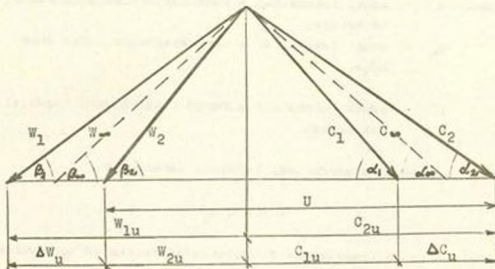
ahol:  $\Delta i_f$  - entalpiánövekedés a forgó lapátkoszorúban;  
 $\Delta i_d$  - entalpiánövekedés az álló lapátkoszorúban;  
 $r$  - a kompresszor-fokozat reakciófoka.

Mivel egy-egy fokozatban kicsi a közeg sűrűségének változása, ezért úgy tekinthetjük, hogy a nyomásnövekedés is az entalpiaváltozásoknak megfelelően oszlik meg az álló és forgó lapátkoszorú között.

Az axiális kompresszorok általában 50-100 %-os reakciófokúak. Szemrevételezve a tárgyalt kompresszort, jól megfigyelhető, hogy a fokozatok reakciófoka 50 %-os, mivel az álló és forgó lapátkoszorú lapátjai egymáshoz képest szimmetrikusak. Ennek megfelelően a fokozatok sebességi háromszögei is szimmetrikusak lesznek. Ez olyan szerencsés helyzet, ami nagyban megkönnyíti a feladat végrehajtását. A számításokban alkalmazott jelölések megértéséhez nyújt segítséget az 1. ábra, amelyen egy 50 %-os reakciófokú kompresszor-fokozat sebességi háromszög vektorait ábrázoltam a be- és kilépési szögek jelölésével.

A geometriai méreteket egy metszett hajtómű kompressz-

szorárdó vettem. Minden fokozatnál lemértem a kompresszor-csatorna külső átmérőjét és a lapát magasságát. Ezeket az adatokat a cikk végén a fokozatonkénti eredményekkel együtt közlöm.



1. ábra

#### A KOMPRESSZOR SZAMITASI FOLYAMAT ISMERTETESE

A vizsgálat menetét a következőkben "abc" sorrendben tárgyalom, majd a kapott eredményeket fokozatonként összefoglalom. Az egyes pontoknál a jobb áttekinthetőség kedvéért numerikus értékeket nem helyettesítek be. A leírt összefüggések természetesen az összes kompresszor-fokozatra ugyan olyan formában érvényesek, és mind a "kézi" számításnál, mind a számítógépes program felállításánál felhasználhatóak.

##### a. / Kompresszor közép-átmérő számítás

Mérni legegyszerűbben a kompresszorház belső átmérőjét, illetve a forgó lapátkoszorú lapátjainak magasságát lehete-

tett. Így az adott fokozatnál a forgó lapátkoszorú közép-átmérője:

$$d_k = d_h - L$$

ahol:  $d_k$  - adott fokozatban a kompresszor-csatorna közép-átmérője;

$d_h$  - adott fokozatnál a kompresszorház belső átmérője;

$L$  - adott fokozatnál a forgó lapátkoszorú lapátjainak hossza.

b./ Közép átmérőn vett kerületi sebességek:

$$U = n \pi d_k$$

ahol:  $n$  - a kompresszor fordulatszáma felszálló üzemmódon, mértékegysége:  $\frac{1}{s}$ ;

$U$  - az adott fokozat forgó lapátkoszorújának kerületi sebessége közép-átmérőn;

c./ Hőmérséklet-növekedés a fokozatokban

A kompresszor-fokozatok munkája kifejezhető az ún. kerületi munka segítségével is.

$$W_f = U (C_{2u} - C_{1u})$$

ahol:  $W_f$  - az adott fokozat fajlagos kompresszió munkája;

$C_{2u}$ ,  $C_{1u}$  - az abszolút sebességek kerületi irányú komponensei (Lásd 1. ábrát!).

Az előző kifejezés egyszerű matematikai módszerekkel átalakítható úgy, hogy a kifejezésben csak a sebességi háromszög szögeinek szögfüggvényei szerepelnek a kerületi sebességen kívül.

$$W_f = U^2 \frac{\operatorname{ctg}\alpha_2 - \operatorname{ctg}\alpha_1}{\operatorname{ctg}\alpha_1 - \operatorname{ctg}\beta_1} = U^2 K$$

ahol:  $K$  - a fokozat kialakítására jellemző szám.

A termikus számításból ismerjük, hogy a felszálló üzemmódon mennyi a kompresszor fajlagos munkája. A fentebb említett "K" tényezőt első lépésben állandónak vesszük az összes kompresszor-fokozatra. Értékét pedig a kompresszor fajlagos munkája alapján a következőképpen számítjuk:

$$W_k = C_p (T_2 - T_1)$$

ahol:  $W_k$  - a kompresszor fajlagos munkája felszálló üzemmódon.

Ez a fajlagos kompresszor-munka természetesen megegyezik a fokozatok fajlagos munkájának összegével:

$$W_k = \sum_{j=1}^{10} W_{f_j}$$

Tehát "K" tényező értéke az összes fokozatra:

$$K = \frac{C_p (T_2 - T_1)}{\sum_{j=1}^{10} U_j^2}$$

Ezekután az egy fokozaton létrejövő hőmérséklet-növekedést a következőképpen határozhatjuk meg:

$$\Delta T_f = \frac{U^2 K}{C_p}$$

ahol:  $\Delta T_f$  - egy fokozaton létrejövő hőmérséklet-növekedés.

A nagyobb pontosság érdekében az állandó nyomáson vett fajhő ( $C_p$ ) értékét minden fokozatra számíthatjuk, mivel a hőmérséklet függvényében változik. Ha azonban "kézi" számítást végzünk, elegendő a termikus körfolyamat során a kompresszorra meghatározott közepes fajhő alkalmazása.

d. / A fokozatok izentrópiikus hatásfokának meghatározása

A fokozatok nyomásviszonyainak meghatározásához az első feladat a fokozatok izentrópiikus hatásfokának kiszámítása. Az izentrópiikus hatásfokot a következőképpen kaptam meg:

- a kompresszor politropikus hatásfoka:

$$\pi^{\frac{n-1}{n}} = \frac{T_2}{T_1} \quad \frac{n}{n-1} = \frac{\ln 6,6}{\ln \frac{830}{288}} = 3,093$$

$$\eta_{pol} = \frac{\frac{n}{n-1}}{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = \frac{3,093 \cdot 0,39}{1,39} = 0,8677$$

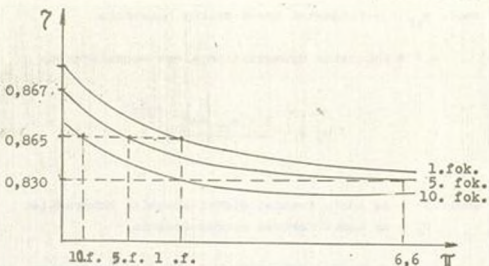
ahol:  $n$  - a kompresszió folyamat politropikus kitevője;

$\eta_{pol}$  - a kompresszió folyamat politropikus hatásfoka.

Ez a számított politropikus hatásfok az egész kompresszorra vonatkoztatott átlagos érték. Feltehető, hogy az első



fokokat politropikus hatásfoka jobb, az utolsó pedig rosszabb. Lásd a 2. ábrát. Mivel a fokozatok nyomásviszonyai



2. ábra

a kompresszorban hátrafelé csökkennek, ezért az ábrán látható módon az izentropikus hatásfokot fokozatonként állandónak tekintem. (A következő számítási ciklusban már az előző ciklus eredményei segítségével pontosíthatók a hatásfok-értékek).

- izentropikus hatásfok értékének meghatározása:

$$\pi_{fd} = \sqrt[10]{\pi_k} = \sqrt[10]{6,6} = 1,207$$

ahol:  $\pi_{fd}$  - a fokozatok átlagos nyomásviszonya

$\pi_k$  - a kompresszor nyomásviszonya

$$\eta_{if} = \frac{\pi_{fd}^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1}{\frac{\pi_{fd}^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1}{\frac{n-1}{n} - 1}} = \frac{1,207^{\frac{0,39}{1,39}} - 1}{1,207^{\frac{0,32}{1,39}} - 1} = 0,855$$

ahol:  $\eta_{if}$  - a fokozatok izentrópikus hatásfoka.

e./ A fokozatok nyomásviszonyainak meghatározása

$$\Pi_f = \left( \frac{T + \eta_{if} \Delta T}{T} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}}$$

ahol: T - az adott fokozat előtti abszolút hőmérséklet

$\Pi_f$  - az adott fokozat nyomásviszonya.

f./ A sebességi háromszögek axiális komponenseinek meghatározása

A feladat megoldásához szükséges az adott fokozatnál lévő keresztmetszetben a közeg sűrűségének ismerete. Ehhez tudnunk kell az itt lévő nyomást és hőmérsékletet. Mivel az előzőekben számítottuk a fokozatokra jutó hőmérséklet-növekedést, illetve nyomásviszonyt, így bármely keresztmetszetben ismerjük ezeket a jellemzőket.

Igy adott keresztmetszetben a közeg sűrűsége:

$$\rho = \frac{p}{R_L T}$$

Adott keresztmetszetben a közeg axiális sebessége a folytonosság tételéből:

$$C_a = \frac{m}{\rho \varepsilon d_k \Pi L}$$

ahol: m - a kompresszorán időegység alatt átáramló közeg tömege (itt 0,8  $\frac{kg}{s}$ )

$\varepsilon$  - a lapátok miatt a kompresszor keresztmetszete szűkül, értéke becslés alapján lett felvéve (0,96).

g. /  $\Delta W_u$  [ $\Delta C_u$ ] meghatározása

A sebesség-vektorok értelmezéséhez lásd az 1. ábrát. Az ábrán látható, hogy  $\Delta W_u$  és  $\Delta C_u$  vektorok nagysága azonos. A c. / pontban tárgyaltak szerint:

$$W_f = U (C_{2u} - C_{1u}) = U (W_{1u} - W_{2u}) = U^2 K$$

Ez alapján:

$$\Delta W_u = \Delta C_u = W_{1u} - W_{2u} = C_{2u} - C_{1u} = U K$$

h. /  $\beta_2$  [ $\alpha_1$ ] szögek meghatározása

Ismét az 1. ábra alapján szögfüggvények segítségével számíthatók a keresett szögek.

$$\beta_2 = \arctg \frac{2 C_a}{U - \Delta W_u}$$

i. /  $\beta_1$  [ $\alpha_2$ ] szögek meghatározása

$$\beta_1 = \arctg \frac{2 C_a}{U + \Delta W_u}$$

j. /  $W_1$  [ $C_2$ ] sebesség-vektorok meghatározása

$$W_1 = \frac{C_a}{\sin \beta_1}$$

k./  $W_2 [C_1]$  sebesség-vektorok meghatározása

$$W_2 = \frac{C_a}{\sin \beta_2}$$

Ezzel tulajdonképpen befejeződött a kompresszor-vizsgálat számítási folyamatának ismertetése. A k./ pont alapján bármelyik kompresszor-fokozatra, a hőmérséklet- és nyomásnövekedés mértéke, a fokozat előtti és mögötti nyomás és hőmérsékletadatok, fokozatonként a sebességi háromszögek számíthatók, illetve megismerhetők. Ezeket az eredményeket a fenti tárgyalás "abc" sorrendjében az 1. táblázatban összefoglalva közlöm.

A kompresszorfokozatok jellemző adatai

1. táblázat

Sor- rend	Fok- jell.	1. fok.	2. fok.	3. fok.	4. fok.	5. fok.	6. fok.	7. fok.	8. fok.	9. fok.	10. fok.
a.	$v_k$ [m]	0,206	0,210	0,217	0,225	0,231	0,236	0,241	0,243	0,244	0,245
b.	$U$ [m/s]	225,2	229,6	237,2	246	252,5	258	263,5	265,7	266,7	267,8
c.	$\Delta T_f$ [K]	19,37	20,13	21,5	23,11	24,36	25,43	26,52	26,96	27,18	27,4
e.	$\overline{\mathcal{R}}_f$ [-]	1,223	1,217	1,217	1,219	1,217	1,212	1,207	1,198	1,187	1,178
f.	$C_0$ [m/s]	110,9	114,6	116,95	117,9	117,7	118	122,1	116,5	108	100,7
g.	$W_0$ [m/s]	87,7	89,4	92,4	95,8	98,3	100,5	102,6	103,4	103,9	104,3
h.	$A_2$ [fok]	58,2	58,4	58,2	57,5	56,7	56,3	56,6	55,1	53	50,9
i.	$\mathcal{A}_1$ [fok]	35,3	35,5	35,3	34,5	33,8	33,3	33,7	32,2	30,2	28,4
j.	$W_1$ [m/s]	191,8	198,1	202,2	207,7	211,4	214,7	229	218,4	214,6	211,7
k.	$W_2$ [m/s]	130,4	134,5	137,5	139,7	140,7	141,9	146,2	142	135,3	129,7

A XXI. SZAZAD HAJTÓMŰVE A PROPFAN HAJTÓMŰ

Napjainkban az egyre növekvő olajárak miatt szükségessé válik a világ közlekedési eszközeinek korszerűsítése, hogy azok a lehető legkevesebb tüzelőanyag-mennyiséget használják fel. Ez a célkitűzés a repülőiparban is jelen van. A vezető nyugati hajtóműgyárak 1985-87-re kifejlesztettek egy új légcaváros gázturbina típust, melyet PROPFAN hajtóműnek neveztek el.

Az új hajtómű jellemzője hogy az eddigiekkel azonos utazósebesség mellett, a korszerű TUROFAN hajtóművekkel szemben 20-30 %-os üzemanyagmegtakarítást és 10 %-os üzemeltetési költségcsökkenést lehet elérni.

De lássuk hogyan is valósítható ez meg?

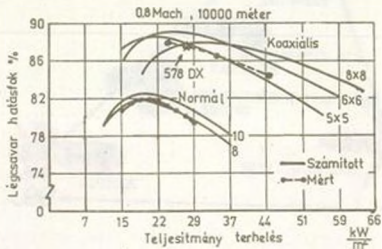
A PROPFAN hajtómű gondolata nem új, azonban az eddigi anyagtechnológiák nem tették lehetővé megvalósítását. Ez a hajtóműcsalád az 1970-es olajválság idején keltette fel a NASA figyelmét, és első helyre került az energiatakarékos hajtómű fejlesztés programjában. Ez a program jelentős nyereség elérését célozta meg a kereskedelmi és katonai szállítórepülésben.

A hagyományos légcavarral felszerelt repülőgépek sebessége legfeljebb  $500-600 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  lehet. Ez abból következik, hogy a légcavar tölterejét a fordulatszám, a lapátszám, a légcavarátmérő valamint az ellenállási és tölterőnyező határozza meg.  $500-600 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  sebességnél elérjük azt a határt, amikor a légcavari lapátvég sebessége meghaladja a helyi hangsebességet, ellenállása valamint zajszintje jelentősen megnő, határfoka lecsökken. Ezzel adott a feladat, olyan légcavart



kellott konstruálni, amely hangsebesség felett is jó hatásfokkal és kis zajszinttel működik. Így született meg a "török szablya" formájú légcsavarlapát. Tehát a lapátok nem egyenesek, hanem a sugár növekedésével nő a nyílzási szög és csökken a lapát húr hossza. Ezzel a megoldással - hasonlóan a nyílazott szárnyakhoz - a lapát képes hangsebesség feletti áramlásban történő hatásos működésére.

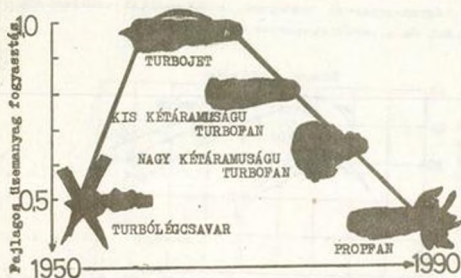
A hagyományos 3-4 lapát helyett itt 6-10 széles, rövid lapátot alakítottak ki. Mivel a lapátok a sajátos kialakításuknál fogva egymást átlapolják, egy olyan légcsavart kaptak mely inkább egy ventilátorhoz hasonlít, mint légcsavarhoz. Így alakult ki az elnevezés is: PROPFAN (fan = ventilátor). A PROPFAN hajtóművek általában két ellentétesen forgó, koaxiális légcsavarpárral üzemelnek, hogy ezáltal csökkentsék a terhelést és a perdületvesztésget (1. ábra).



1. ábra Hagományos és ellentétesen forgó légcsavarok hatásfoka a teljesítmény függvényében

A tüzelőanyag megtakarítás titka a hajtóművek kétáramúsági fokában rejlik. A TURBOFAN hajtóműveknél jelenleg maximum 6-os kétáramúsági fok érhető el. Annak érdekében, hogy

például egy 150 személyes közepes hatótávolságú repülőgépnél a kétáramú fokot 8-ra növeljük, egy kb. 2 méter átmérőjű csőlégcsavarra lenne szükség. 15:1 aránynál már 2,5 méter, míg 25:1 aránynál már 3 méter átmérő szükséges, ami már nem férne el a szárny alatt. Ezenkívül az elméletileg elérhető Uzemanyagmegtakarítás nagy része ismét veszendőbe menne, mivel a nagyobb átmérő nemcsak nagyobb súlyt, hanem nagyobb légellenállást is eredményez. A PROPFAN-nal így aztán más irányba indultak el. Csökkentették a légcsvár átmérőjét és az ezzel járó terhelést lehetőleg minél több lapátra osztották szét. Az így elérhető kétáramú viszony 40-70-re növekszik. Ez pedig kb. tízszerese a TURBOFAN hajtóműveknél jelenleg elérhető értékeknek (2. ábra).



2. ábra Öt generáció a szállító repülőgépek hajtóműveinél

A General Electric konszern GE-38 UDF (Unducted Fan = burkolat nélküli ventilátor) hajtóműve közvetlen meghajtású - áttételrendszer nélküli - megoldást hasznosít. Mindegyik légcsavarkoszorún 8 lapát helyezkedik el. Ezt a hajtóművet egy Boeing 727-re szerelték fel és folytattak repülőkísér-

leteket az amerikai Mohave repülőtéren. A légcsavar átmérője 3,6 méter, névleges tölőereje 111 kN volt.

A PW - Allison - Hamilton Standard társulás M-578DX hajtóműve hagyományos áttételrendszerrel működik. Lapátkoszorúként 6 lapátos légcsavarokkal szerelték fel. Ez a társulás az új koncepció szerint átalakított hajtóművet használ, amelynél új gázvezetést alkalmaz. A hajtóművet egy McDonnell Douglas MD-80-as repülőgépre szerelték és a Californiai Edwards légitámaszponton tesztelték.

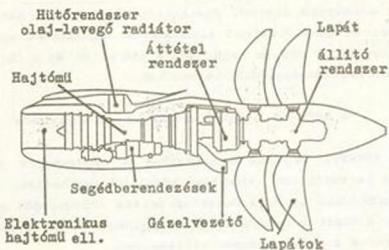
#### A PROPFAN hajtómű szerkezeti kialakítása

A PROPFAN hajtóműrendszereknél a légcsavarok meghajtására a tervezők két lehetőség közül választhattak. Az egyik a többfokozatú turbina összekapcsolása közvetlenül a légcsavaral, a másik a légcsavar és a hajtómű között fordulatszám-csökkentő áttételrendszer alkalmazása.

A közvetlen hajtás előfeltétele a légcsavar és a turbina azonos fordulatszáma. Ez kompromisszumos megoldás, mivel a jó hatásfok érdekében 12-14 fokozatú turbinát igényel és a légcsavar így nagyobb fordulatszámon üzemel az optimálisnál, ami zajszintnövekedést és hatásfokcsökkenést eredményez. Ilyen megoldású a General Electric hajtóműve. A közvetlen hajtást úgy érik el, hogy hatfokozatú turbina hatja az első légcsavarkoszorút, hat további ellenirányú turbinafokozat forgatja a második légcsavarkoszorút.

A General Electric versenytársai a PW - Allison és a Rolls Royce inkább a hagyományos megoldást választották. Az előnyök mellett ugyanis a közvetlen hajtású UDF koncepció hátránya, hogy csupán a faroknál történő elhelyezés miatt mint tolólégcsavar jöhet számításba. A fordulatszám-csökkentő rendszer lehetővé teszi nagyfordulatszámú turbina felhasználását kis fokozatszámú és maximális hatásfokkal. Ez

a megoldás azonban hosszú élettartamú és igen nagy határfokú áttételrendszert igényel. Ez a rendszer alkalmas mind toló, mind vonólégcsavaros alkalmazásra (3. ábra).



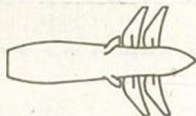
3. ábra A PROPFAN hajtómű szerkezete a főbb alkotók szerint

A hajtómű kiválasztásakor a tervezőknek választaniuk kellett egy új konstrukció kifejlesztése vagy egy régebbi hajtómű átvétele között. Egy új hajtóműrendszer fejlesztési költsége, amely elérheti a százmillió dollárt is, nagy hatást gyakorolhat a kifejlesztett rendszer árára, figyelembe véve a fejlesztési kockázatot is. Átvett hajtómű felhasználása nemcsak csökkentett fejlesztési költséggel jár, de széleskörű üzemeltetési tapasztalat is kapcsolódik hozzá. A PW-Allison társulás az Allison T701/578 hajtóművet használta fel, mely eddig Boeing helikoptereken üzemelt.

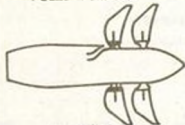
A hajtóművek felépítése különbözőképpen képzelhető el. Lehetséges két- vagy háromforgórészes hajtóműkialakítás. A

kétforgórészes hajtóműnél a kisnyomású kompresszort és a légcsavart egy turbinarész hajtja, mely állhat több fokozatból is, ez a kisnyomású turbina. A nagynyomású kompresszort egy másik turbinarész, a nagynyomású turbina hajtja. A háromforgórészes hajtóműnél a légcsavart egy különálló szabad-turbina hajtja.

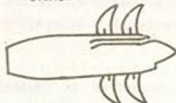
A nagynyomású kompresszornál állítható álló terelőlapát koszorút alkalmaznak. A kompresszor után egy rövid diffuzoron keresztül a levegő a gyűrűs égőtérbe jut. Az égőtér után a turbina biztosítja a hajtást a kompresszorok és a légcsvavar felé. A PROPFAN hajtóműveknél új típusú gázvezető rendszert alkalmaznak, melynek három változatát dolgozták ki (4. ábra).



FÜLES FÚVÓKA



GYŰRŰS FÚVÓKA



CSÖVES GYŰRŰS FÚVÓKA

4. ábra

1. Füles fúvóka, amely a gázáramot az első légcsvavarlapát sorra vezeti rá. Ezzel biztosítja a kilépő gázáram keveredését és hűtését. Ezt a megoldást a Beech Starship I-en alkalmazza a Pratt és Whitney (4.a ábra).

2. Gyűrűs fúvóka, amely kiküszöböli a hajtómű hideg és meleg pulzálásának következményeit, de egy védőlemez szükséges a légcsvavar törésére a hővédelem miatt (4.b ábra).

3. Csöves-gyűrűs fúvóka, amely megakadályozza a gázáram légcsvarnak történő uttközését, így megszünteti a lapátok hőterhelését (4.c ábra).



Mind a három rendszer egyedülálló tervezés, melyekből a végső megoldást a repülőtesztek alapján választották ki a gyártók, ki-ki saját elgondolása szerint értékelve az eredményeket. A PW-Allison M-578DX hajtóművén a fűles fűvókát használták fel.

Ha a nyomtatékátvitelt áttételrendszer segítségével oldják meg, akkor az alkalmazott rendszernek a következő követelményeknek kell eleget tennie:

- nagyfokú megbízhatóság;
- legalább 30000 óra élettartam;
- kis súly;
- kis karbantartási igény.

Hat féle közlőmű kialakítást vizsgáltak meg, melyek a következők voltak:

- differenciál bolygómdűves;
- összetett bolygómdűves;
- kétutas párhuzamos kiegyenlítésű;
- háromszorosan összetett áttételű;
- differenciál epiciklikus;
- kétutas bolygómdűves.

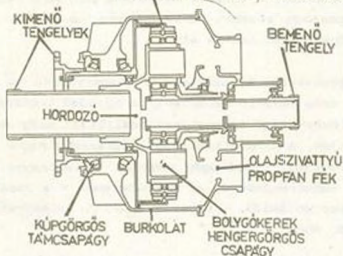
Az összehasonlítás a fűdarabok száma szerint, a megbízhatóság .. a határfok és teljesítmény vizsgálata alapján történt. Ezek a tesztek a differenciál bolygómdűves rendszer tiszta győzelmét hozták.

A következő fő megfontolás a csapágyak és fogaskerekek kiválasztásának feladata volt. Alapvető kritérium a kiválasztáskor az élettartam volt. Hosszadalmas vizsgálatok után a bolygómdűhöz a hengergörgős csapágyakat és a kettős spirál fogaskerekeket választották ki. A bolygókerék egyesítik



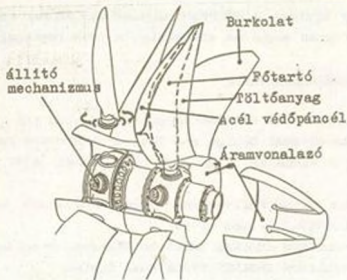
magukban a csapágyat és a fogaskereket is (5. ábra).

GYŰRŰKERÉK; BELSŐ FOGAZÁSÚ KOSZORÚ



5. ábra Attétel rendszer kialakítása

A légcsvár kialakítása két fő részből áll, a lapátokból és az agyból. A lapátok alumínium vagy Ureges titán főtartóra felragasztott alumínium méhsejt vagy keményhab kompo-



6. ábra A PROPAN légcsvárrendszer felépítése

zitból állnak, melyek az aerodinamikai kialakítást biztosítják a lapátoknak. A lapátok burkolata poliamid vagy üvegszálas kompozitból készült vékony lemez, melyet a belépőélen acél védőpáncéllal láttak el.

A légcsavaragy tartalmazza a csapágyazást és a lapátbeállítási szög vezérlő rendszert. A hajtómű tolderejét az állandó fordulatszámú légcsavarok beállítási szög vezérlésével változtatják. A szögváltoztatást elektromos motor végzi, melyet a fedélzeti számítógép vezérel. A légcsavar felépítése teljesen modulrendszerű, az alkotóelemek - a lapátok a légcsavarkoszorón belül - tetszés szerint felcserélhetők egymással (6. ábra).

A jövőben a munka és a kutatás folytatásával lehetővé válhat a PROPFAN hajtómű tökéletesítése, nagyobb hatások, tökéletesebb aerodinamikai kialakítás segítségével. Igéretesek a burkolt PROPFAN hajtómű kutatások, melyek nagyobb utazósebességet tennének lehetővé.

Egy biztos, a PROPFAN hajtóművek valószínűleg jelentős teret fognak maguknak elfoglalni a jövő légitözlekedésében.

#### Felhasznált irodalom:

- 1 - AIAA-87-1729 PROPFAN Propulsion System for the 1990s.
- 2 - AIAA-87-2041 Design and Test of a PROPFAN Gear System
- 3 - Götz Wange Es liegt was in der Luft FLUG REVUE 1/1986 78-79
- 4 - Götz Wange Luftverkehr: Propfan-Triebwerk bestand flugtest FLUGREVUE11/1986 11-15
- 5 - PW-ALLISON ENGINES Hamilton Standard Propfan for 578DX
- 6 - PW-ALLISON ENGINES 578DX Gear System

Vörös Miklós mk.százados, főiskolai adjunktus

REPÜLŐGEP FEDELZETI RÁDIÓTECHNIKAI BERENDEZÉSEK  
MEGBIZHATÓSÁGA

"Megbízhatóság: a terméknek az a tulajdonsága, hogy az előírt funkciót teljesíti, miközben adott határok között megtartja azoknak a meghatározott mutatóinak értékeit, amelyek a felhasználás, a műszaki karbantartás, a javítások, a tárolás és a szállítás előre megadott üzemmódjainak és feltételeinek felelnek meg.

MSZ KOST 292-76"

B E V E Z E T E S

Napjaink harci repülőgépeinek fedézeteti rádiótechnikai berendezései egyre korszerűbbé, sokoldalúbbá és ezzel párhuzamosan egyre bonyolultabbá válnak. A komplex rendszerek megjelenése a korábbiaknál sokkal élesebben veti fel a megbízható működés szükségességét, hiszen bármelyik részegység meghibásodása a repülőgépnél, mint egységes fegyverhordozó rendszernek alkalmazási hatékonyságát csökkenti, illetve megakadályozza a harcfelelő végrehajtását. További lényeges szempont ellátásának nehézsége háborús viszonyok között, amit a berendezések megbízhatóságának növelése jelentősen csökkenthet.

A megbízhatóság kérdésének alapos vizsgálatát más szempontok is indokolják. Tapasztalatok szerint a rendkívül bonyolult rádiótechnikai berendezések műszaki színvonalától az üzembentartó állomány felkészültsége elmaradt, a javítás költségei egyre magasabbak, az ellenőrzéshez és javításhoz igen drága módszerek és berendezések szükségesek. 1985-ben az USA légierője a 13,2 mrd\$ költségvetésének 60 %-át fordította tartalék alkatrészek beszerzésére és csak 40 %-át profil-

aktikus javításra és modernizálásra. Sok, haditechnikai berendezéseket előállító cég formálisan viszonyul a megrendelő előírásaihoz, így a javításra és az újratervezésre fordított összeg többüknél eléri a teljes termelési érték 25-30 %-át.

A kialakult helyzet miatt szakértők véleménye szerint az új fedélzeti rádiótechnikai berendezések megrendelésénél, fejlesztésénél a megbízhatóságnak még a harcászati-technikai jellemzőkkel szemben is prioritást kell biztosítani. A légi erő minden, a vásárlásért, üzemeltetésért és javításért felelős szervének a megbízhatóságot és a javíthatóságot a harci technika hatékony alkalmazásának alapfeltételeként kell tekintenie.

A cikk célja, röviden áttekinteni a repülőgép fedélzeti rádiótechnikai berendezések megbízhatósága növelésének jelenleg alkalmazott módjait és távlati lehetőségeit.

#### A L A P F O G A L M A K

Egy berendezés megbízhatóságát négy alaptulajdonság: a hibamentesség, a javíthatóság, a tartósság és a tárolhatóság együttesen határozza meg. A megbízhatósági tulajdonságok mennyiségi jellemzésére alkalmas fontosabb mutatókat foglalja össze az 1. ábra.

A berendezés meghibásodása olyan esemény, mely bekövetkezését számba nem vehető tényezők befolyásolják, ezért teljes bizonyossággal előre nem jelezhető. Ezek a megbízhatósági jellemzők véletlenszerűen változó mennyiségek, törvényszerűséggel, leírásukkal a valószínűségszámítás foglalkozik. A valószínűségszámítási jellemzők tapasztalatokon alapuló meghatározása (becslése) a matematikai statisztika tárgya.

MEGBIZHATÓSÁG

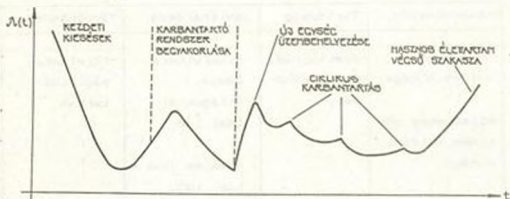
Hibamentesség	Tartósság	Javíthatóság	Tárolhatóság
-meghibásodás valószínűsége;	-élettartam; -üzemi működés;	-hibafeltárás ideje; -átlagos állási idő;	-tárolhatósági időtartam;
-hibamentes működés valószínűsége;		-átlagos javítási idő;	
-meghibásodási ráta;		-helyreállítási valószínűség;	
-átlagos tényleges működési idő.			

1. ábra

Röviden, a megbízhatóság annak a valószínűségével egyenlő, hogy egy berendezés adott ideig meghibásodás nélkül fog működni. Fontos mennyiségi jellemzője a  $\lambda$  meghibásodási ráta, amely a beüzemeltetéstől az első meghibásodásig tartó tényleges működési idő, az MTTF (Mean Time To Failure) alapján számítható (pl. a meghibásodás valószínűségének exponenciális eloszlása esetén  $\lambda = 1/MTTF$ ).

A 2. ábrán bemutatott meghibásodási diagram nagy rendszerekre jellemző. A telepítéssel járó tevékenység gyorsan lecsengő kezdeti meghibásodási csúcst okoz. A teljes terhelésű üzem beindulása időszakos meghibásodásnövekedést eredményezhet. Helyi maximumok alakulhatnak ki egy-egy bővítés, struktúra-átalakítás, vagy az üzemeltető-karbantartó személyzet cseréje miatt. A hasznos élettartam végére jellemző.

a meghibásodási valószínűség periódikus, kisebb-nagyobb ingadozása.



2. ábra

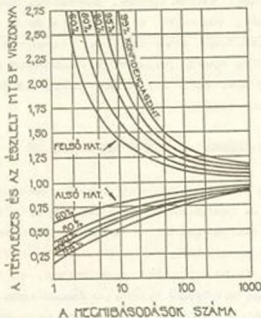
A hasznos élettartam végső szakaszát akkor jellemzi gyorsan növekvő meghibásodási valószínűség, ha valamely alkatrésznek, részegységnek kifejezetten véges élettartama van (aluminium elektrolit kondenzátorok kiszáradása, potencióméterek kopása, stb.), vagy a külső hatásokra bekövetkező fizikai-kémiai szerkezetmódosulások jól meghatározható idő alatt működésre alkalmatlan állapotot hoznak létre.

Tapasztalati tény, hogy a "jól bejártott" és karbantartott "öreg" rendszerek igen megbízhatóak, amit az üzemeltetés során egyre jobban megismert hibák elhárítása és a stresszhelyzetek következetes elkerülése biztosít. A fentieket jól példázza, hogy a csúcstechnológiával készülő B-1B bombázó rendszerbe állítása kezdetén (1986) minden felszállás után gépenként átlagosan 2-2,2 blokkot vagy alkatrészt kellett cserélni. 1987-ben ez az érték 1,6-ra csökkent. Ezzel szemben a régóta üzemeltetett B-52 bombázó esetében a cserére szoruló egységek száma 0,4.



Egy berendezés várható élettartamát, azaz az üzemeltetés megkezdésétől a felhasználás befejezéséig terjedő naptári időtartamot előzetes számításokkal vagy működés közben végzett mérések alapján lehet meghatározni.

A mérések -, melyek lehetnek valós üzemeltetési körülmények, illetve az ezeket szimuláló laboratóriumi körülmények között végzettek - során adott számú berendezést működtetnek specifikált körülmények között, majd összesítik a meghibásodások számát. Ezzel osztva az összes üzemidőt, egy számértéket nyernek a meghibásodások között eltelt átlagos időtartamra, az ún. MTBF-re (Mean Time Between Failures). A korlátozott számú mérés miatt ez csak bizonyos valószínűséggel adja a tényleges értéket. A 3. ábra segítségével az



3. ábra

Mért MTBF =  $(T_1 + T_2 + T_3) : 3 = 1200$  óra. Ha a konfidencia szint 80 %, akkor  $a_1 \approx 0,72$ ;  $a_2 \approx 2$ , így a tényleges MTBF: alsó határ:  $1200 \cdot 0,72 = 864$  óra, felső határ:  $1200 \cdot 2 = 2400$  óra.

összes meghibásodás függvényében meghatározható az  $a_1$  és  $a_2$  konstans, mellyel a mért MTBF értéket szorozva - adott konfidenciaszintre - becslés adható a valóságos MTBF alsó és felső határértékére.

A vizsgált berendezések száma: 3. Meghibásodások száma: 3. Meghibásodásig eltelt idők:  $T_1=1000$  óra;  $T_2=1100$  óra;  $T_3=1500$  óra.

Nagy megbízhatóságú berendezések jellemzésére az átlagos adatot szolgáltató MTBF érték nem megfelelő. Erre az esetre a  $D_T$  bizalmi tényező használatos, mely annak valószínűségét adja, hogy T idő alatt egyetlen meghibásodás sem fordul elő.

Ebben az esetben  $D_T$  a meghibásodás elő nem fordulásának konfidenciaszintje. Ha  $D_T$  százalékra biztosak akarunk lenni abban, hogy T idő alatt egyetlen meghibásodás sem történik, akkor  $MTBF = T / \ln D_T$  kell legyen. Például ahhoz, hogy T = 1000 óra alatt 90 % valószínűséggel ne forduljon elő meghibásodás,  $MTBF = 1000 / (-\ln 0,9) = 9491$  óra átlagos érték szükséges.

Az élettartam számítással történő meghatározása során a beépített alkatrészecskék, elemek, szerelvények, szerelési módok meghibásodási valószínűségét, valamint az üzemeltetésre vonatkozó néhány tényezőt ismertnek véve becslés végezhető az MTBF várható értékére. Az így nyert jellemző elfogadható kiinduló érték, de nem helyettesítheti a későbbi üzemi mérések adataival való tényleges jellemzést.

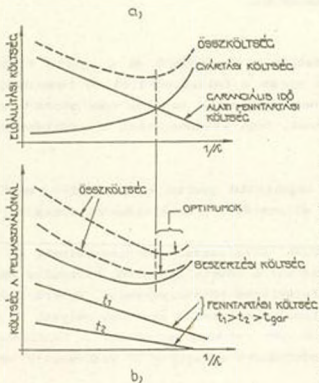
#### RADIÓTECHNIKAI BERENDEZÉSEK MINŐSEGENEK NÖVELESE

A minőség annak mértéke, hogy valamely termék, szolgáltatás mennyiben elégíti ki a felhasználó követelményeit függően igényeitől és anyagi helyzetétől. A minőség döntően a gyártó felelőssége. A gyenge minőség és a rövid élettartam növeli a mennyiségi igényt és hiánycikket eredményez, ez növeli az árat, tehát a gyenge minőségű termék drágább lesz. A nagy kereslet és a magas ár a gyártót minőségromlásra ösztönzi és a körfolyamat így folytatódik.

A gyártó szempontjából optimumot jelenthet a megbízhatóság növelésével emelkedő gyártási és a csökkenő garanciá-

lis fenntartási költség összegének minimuma (4.a. ábra).

A felhasználó számára az optimális beszerzési áron kívül a garanciális időn túli fenntartási költség csökkentése is igen fontos szempont (4.b. ábra).



4. ábra

kulásában,

meztani-  
 tották a dolgozókat a problémák felismerésére, elemzésére és megoldására, ösztönözték az ilyen irányú egyéni és csoportmunkát. A vezetők által meghatározott munkatílusnak döntő szerepe van a minőség növelésében. A tekintélyre támaszkodó vezetés munkafegyelmet teremthet, de többet nem. A részvételeire alapított vezetés nehezebb, de eredményesebb.

A minőségszabályozásnak két alapvető rendszere terjedhet el. Az országok zömében a termeléssel párhuzamos minőségszabályozó-rendszer épült ki, mert nem vált a termelés szerves részévé. A minőségügyi képzés a minőségellenőrző részlegre korlátozódott. Ezzel szemben Japánban a minőséget mindenki ügyévé tették, kimutatták, hogy mindenkinek szerepe van a minőség al-

Egy berendezés minőségét a reális specifikáció - tervezés - gyártás - minősítés - üzemeltetés - javítás szakaszainak bonyolultsága, összehangoltsága határozza meg. Röviden tekintsük át, melyek ezek legfontosabb elemei.

A megrendelés során:

- elengedhetetlen a megrendelő és a gyártó közvetlen kapcsolata, ennek során a felhasználó olyan lehetőségekről is tudomást nyerhet, amelyekre magától nem gondolt volna, tudatára ébred annak, hogy kívánságainak kielégítése milyen költséges;

- fontos a megbízható gyártó kiválasztása, megfelelő anyagi - erkölcsi elismerése, érdekeltségének fokozása;

- a berendezés alkalmazási körülményeiből, a vele szemben támasztható valós követelményekből kiindulva mellőzni kell a túlzó, felesleges követelményeket, előírásokat (az USA-ban 45.000 katonai vonatkozású szabvány helyett 14 fejezetből álló kézikönyvet rendszeresítettek, a fedélzeti rádiótechnikai berendezésekre vonatkozó 57 szabványt 7 helyettesítik).

A tervezés és a gyártás folyamán alapvető a minőség ellenőrzéséről való áttérés a meghibásodást megelőző komplex intézkedések kidolgozására. Az eddigi tapasztalatok alapján a minőségjavító intézkedések 75 %-a a tervezésre, kísérleti példányok kidolgozására, tesztelésére és a technológia beállítására, 20 %-a gyártástechnológiai folyamatok ellenőrzésére és csak 5 %-a irányul a minőség ellenőrzésére. A minőség javításának legfontosabb módszerei az alábbiak:

Modern tervezési elvek, eszközök, konstrukció és rendszer-  
felépítés alkalmazása:

- meglévő technikai vívmányok és nagy megbízhatóságú, előzetesen ellenőrzött alkatrészek felhasználása (célorientált integrált áramkörök, mikroszámítógépek, lézergiroszkóp, stb.);

- megfelelő gyártási és ellenőrzési technológia kialakítása;

- komplex fedélzeti rendszerek létrehozása. A fedélzeti berendezések közötti információcserére egy csatornát felhasználó multiplex adatátviteli berendezés hatását a B-1B hadászati bombázó kábelrendszerére az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat

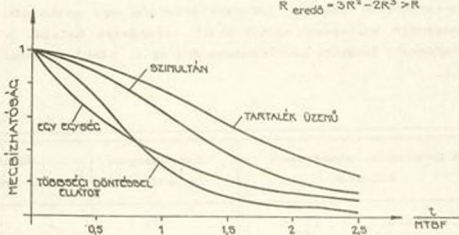
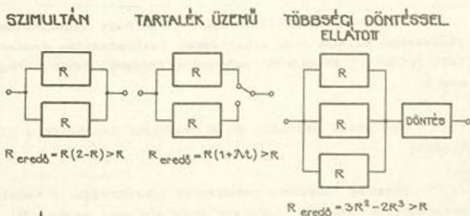
A fedélzeti elektromos kábelek		Hagyományos berendezés	Multiplex berendezés
Hossza	km	195	103
Térfogata	m <sup>3</sup>	2,55	1,94
Tömege	kg	2110	1077
Száma	db	74000	45000

REDUNDANCIA BEEPITÉSE (TARTALEKOLÁS)

Tartalékolás során a rendszer egy eleméhez egy vagy több tartalékelemet kapcsolnak, melyek a működésben lévő alapelem meghibásodása esetén átveszik annak funkcióját. Redundáns rendszerek felépítésére, megbízhatóságuk eredő érté-



kére és időfüggésére mutat példát az 5. ábra (R-meghibásodás valószínűsége).



5. ábra

#### JAVITHATÓSÁGRA VALÓ TERVEZÉS

Egy berendezés használhatósága nagyban függ a javítás-hoz szükséges időtartamtól. Összetett rendszerek esetében ehhez hozzájárul az alapos megelőző karbantartás igénye is, mint a megbízhatóságot befolyásoló tényező. Mindez megfelelő segédberendezések, műszerek és felkészült személyzet meglétét igényli a hibabehatároláshoz és -feltáráshoz, előkészít-



tett pótalkatrészeket, blokkokat a javításhoz. A javíthatóságra való tervezés fő elemei:

- a berendezések tesztelhetőségének kialakítása hibajelző rendszerek (áramkörök) beépítése;
- olyan blokkok, egységek tervezése, melyek cseréje esetén az üzemelő berendezéseket nem kell kikapcsolni;
- ún. egydimenziós tervezési elv alkalmazása, mely biztosítja, hogy javítás során a meghibásodott egység eléréséhez ne kelljen más berendezéseket is kiépíteni;
- a speciális ellenőrző műszerek és berendezések számának csökkentése, működésük automatizálása;
- olyan berendezések tervezése, mely nem teszi szükségessé az üzemeltető állomány gyökeres átképzését.

Az elkészült berendezések minősítése (laboratóriumi vizsgálata, tesztelése) új szabványok kidolgozását és bevezetését követeli, melyek az alkatrészek, egyes blokkok és rendszerek fokozott védelmét követelik meg a külső behatásokkal szemben. Elvi újdonságnak számít a komplex mechanikai és klimatikus vizsgálatok bevezetése, mely eredményeként a megbízhatóság tízszeres növekedését várják.

Az üzemeltetés és a javítás területein szükséges szerkezeti változásoktól az anyagi-technikai ellátás struktúrájának túlélőképesség-növekedését, a telepített erőik mozgósíthatóságának fokozását, a kiszolgáló személyzet számának és az elvégzett munkákra fordított összegnek a csökkenését várják.

A változások legfontosabb elemei:

- az adminisztratív munkaerőnek a konkrét munkát végző állományhoz való mind közelebbi elhelyezése, közvetlen kapcsolata a mérnök-műszaki szolgálattal, mely az adminisztratív folyamatok gyorsítását, a kérdések operatív megoldását segíti elő;
- a javítást végző bázisok termelési feladatokkal történő ellátása: az ipar által nem gyártott alkatrészek előállítására a régi repülőtechnikához (olcsóbb, megbízhatóbb);
- az Üzemeltető állomány szakmai felkészültségének a követelmények szintjére hozása és ott tartása;
- a meghibásodások elemzése alapján módszerek, javaslatok kialakítása megelőzésükre;
- az Üzemeltetési tapasztalatok alapján követelmények kialakítása az új berendezésekkel szemben, melyeket már a megrendelés és a tervezés során figyelembe kell venni.

Szakértők véleménye szerint az ismertetett követelményrendszer maradéktalan teljesítése biztosítja az Üzemeltető személyi állomány létszámának jelentős csökkentését, szükségelenné teszi a közbeeső javító szervek létét, a javítások költségeit. Számítások szerint az F-16 vadászgép rádiótechnikai berendezései és energiaellátó rendszere megbízhatóságának kétszeres növelése a tartalék alkatrészekre fordított összeg 45 %-os, az Üzemeltető és javító állomány 40 %-os csökkentését tenné lehetővé, továbbá 30 %-al csökkenne az áttelepüléskor szükséges szállító-repülőgép felállítások száma is.

FELHASZNALT IRODALOM

- 1./ Dr.Házman: Elektronikai berendezések tervezése, 1987.
- 2./ Impulzus, 1986.12.13.
- 3./ Zarubeznoe Voennoe Obozrenie, 1988/5.

ATTETELI VISZONYSZÁMOK MÓDOSÍTÁSA A FEDELZETI AUTOMATIKUS  
VEZÉRLŐ RENDSZEREKBE "AUTOMATIKUS BEJÖVETEL"  
ÜZEMMÓDON

Harci repülőgépeink nagy többségének fedélzetén a repülés egyes fázisai, valamint a leszállás automatizálására automatikus vezérlő rendszereket alkalmaznak. Az automatikus vezérlő rendszerek mentesítik a repülőgépvezetőt a rutin jellegű, valamint a hosszú ideig tartó repülések esetén az egyszerű feladatok végrehajtása alól (pl. az iránysszög stabilizálása útvonalrepülés esetén). A fedélzeti vezérlő rendszerek kiszélesítik a repülőgép alkalmazásának határait azaz, hogy lehetővé teszik a repülőgép olyan irányítását, melyet az ember pszichofiziológiai jellemzői nem engednek meg (pl. kismagasságú repülések végrehajtása).

Az automatikus vezérlő rendszerek alkalmazásának hátránya az, hogy a rendszer működése közben a repülőgépvezető koncentrációképessége csökken, ezért a repülési körülmények hirtelen megváltozása vagy a rendszer meghibásodása esetén, melyek indokoltá teszik az átvételt kézi vezérlésre, a repülőgépvezető csak bizonyos idő eltelté után képes átvenni a repülőgép irányítását.

Vizsgáljuk meg a repülőgép dinamikus viselkedését automatikus leszálláskor. Az automatikus bejövétel végrehajtásához a következő földi és fedélzeti berendezések szükségesek:

Földi berendezések:

- TIRA - távoli irányadó rádióállomás;
- KIRA - közeli irányadó rádióállomás;
- KRM - iránypálya rádióadó;
- GRM - siklópálya rádióadó;

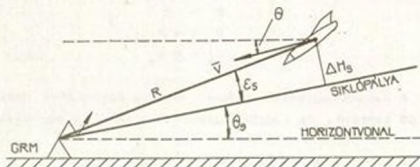
### Fedélzeti berendezések:

- MRP - marker rádióvevő;
- RSZBN - közelnavigációs és leszállító rendszer;
- ARK - automatikus rádióiránytű;
- RV - kismagasságú rádió-magasságmérő;
- SZAU - automatikus vezérlő rendszer;
- ACSSZ - fedélzeti óra;

A repülőgép térbeli mozgását leíró differenciálegyenlet-rendszer alapján szokás megkülönböztetni a repülőszerkezet hosszirányú és oldalirányú mozgását. A hosszirányú és oldalirányú mozgás különválasztásával lényegesen könnyebb lesz az irányítási rendszer automatikai vizsgálata. Mi a továbbiakban szintén két részben vizsgáljuk a leszállás folyamatát.

### I. A REPÜLŐGÉP HOSSZIRÁNYÚ MOZGÁSA AUTOMATIKUS BEJÖVETELKOR

Végezzük el a repülőgép "vízszintes vezérsík" irányítási csatornájának vizsgálatát automatikus bejövételkor, leszálláshoz (1. ábra).



Hosszirányú mozgás automatikus bejövételkor

1. ábra

Automatikus bejövételkor alapvető követelmény az, hogy a repülőgép tömegközéppontja mindig siklópályán maradjon. Az automatikus vezérlő rendszer alapvető feladata tehát az, hogy a vízszintes vezérsík megfelelő kitérítésével biztosítsa a tömegközéppont siklópályán tartását.

- $\theta$  - pályaszög;
- $\theta_s$  - siklópálya állásszöge (állandó érték);
- $\epsilon_s$  - pillanatnyi szögeltérés a siklópálya egyenlő jelfő zónájától;
- $\Delta H$  - pillanatnyi lineáris eltérés a siklópályától;
- $v$  - a bejövétel sebessége;
- $R$  - a tömegközéppont távolsága a "GRM"-től;

Határozzuk meg az " $\epsilon_s$ " változását a vízszintes vezérsík impulzusszerű kitérítése esetén. Az 1. ábra alapján:

$$\begin{aligned}
 R &\approx -v \\
 \Delta H &\approx R \epsilon_s \\
 \Delta H = H - H_s &= v \sin \theta - v \sin \theta_s \approx v \theta - v \theta_s \\
 \Delta H &\approx v (\theta - \theta_s)
 \end{aligned}$$

A fenti egyenletrendszer linearizálása után a következő egyenletrendszert kapjuk:

$$\begin{aligned}
 R &= -v \\
 H_s &= v \theta \\
 H_s &= R \epsilon_s
 \end{aligned}$$

A kapott egyenletrendszer utolsó egyenletét deriváljuk az idő szerint, és tegyük egyenlővé a második egyenlettel:

$$H_s = R \dot{\epsilon}_s + R \epsilon_s = R \dot{\epsilon}_s - v \dot{\epsilon}_s$$

$$H_s = v \dot{\theta}$$



Tehát:

$$v \theta = R \dot{\epsilon}_s - v \epsilon_s / v$$
$$\theta = \frac{R}{v} \dot{\epsilon}_s - \epsilon_s = T_s \dot{\epsilon}_s - \epsilon_s \quad (1)$$

ahol:

$$T_s = \frac{R}{v} - \text{időállandó}$$

Az (1) egyenletet írjuk fel operátortartományban:

$$T_s s \epsilon_s(s) - \epsilon_s(s) = \theta(s)$$

$$(T_s s - 1) \epsilon_s(s) = \theta(s)$$

A pályaszög és a bőlintási szög között ismert a következő összefüggés:

$$\theta(s) = \frac{1}{T_\theta s + 1} \theta(s) \quad (2)$$

ahol:  $\theta$  - bőlintási szög;

$T_\theta$  - a repülőgép paramétereitől függő időállandó;

Egyenlővé téve az (1) és (2) egyenleteket:

$$(T_s s - 1) \epsilon_s(s) = \frac{1}{T_\theta s + 1} \theta(s)$$

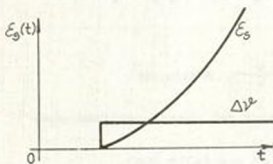
$$\epsilon_s(s) = \frac{1}{(T_s s - 1)(T_\theta s + 1)} \theta(s)$$

Mivel a gyakorlatban  $T_s = \frac{R}{v} \gg 1$ ; ezért  $(T_s s - 1) \approx T_s s$

Tehát:

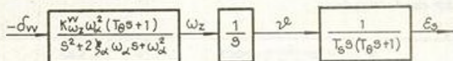
$$\epsilon_s(s) = \frac{1}{T_s s (T_\theta s + 1)} \theta(s)$$

A bőlíntási szög egységnyi megváltozása esetén az " $\epsilon_s(t)$ " szögeltérés időfüggvénye tehát a következőképpen alakul:



A  $\epsilon(t)$  szögeltérés időfüggvénye  
2. ábra

A továbbiakban adott-nak tekintjük a repülőgép alapvető átviteli függvényeit. A "vizzintes vezérsík" csatorna átviteli függvényét ismerve a repülőgép tömegközéppontjának mozgását a sikló pályához képest a következő blokkvázlattal szemléltetjük:



A repülőgép mozgása a sikló pályához képest  
3. ábra

ahol:  $\omega_{\alpha}$  - a repülőgép csillapítatlan lengéseinek körfrekvenciája, melyeket a repülőszerkezet paraméterei egyértelműen meghatároznak.

$\zeta_{\alpha}$  - logaritmusos dekrementum.

$k_{\omega_z}^{VV} = \frac{k_{\alpha}^{VV}}{T_{\theta}}$  - a repülőgép erősítése.

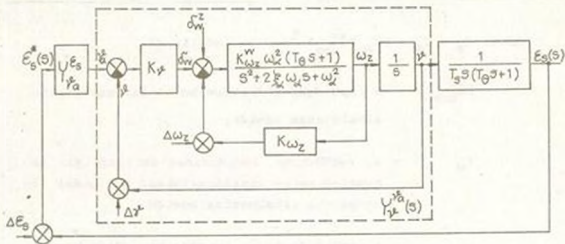
A blokkvázlat alapján megállapíthatjuk a nyílt szabályozási lánc sajátosságait:

- a nyílt rendszer két, egymással sorbakapcsolt integráló tagot tartalmaz;

- a bejövétel során a  $T_s = \frac{R}{v}$  időállandó változik, mert a leszállás során gyakorlatilag  $v = \text{const}$ ,  $R = \text{const}$ .

Az eddig elhangzottak alapján a következő megállapítást tehetjük:

A bólintási szög megváltozása esetén változni fog a repülőgép tömegközéppontjának helyzete a sikló pályához képest. Tehát a bólintási szög megfelelő megváltoztatásával elérhető, hogy a bejövétel szigorúan a sikló pályán történjen. A repülőgépet sikló pályán tartó automatikus vezérlő rendszer alapjául merev visszacsatolású bólintási robotpilóta szolgál, melyben hibajelként a sikló pályára egyenlő jelző zónájától való eltérést " $e_s$ " használják. Az " $e_s$ " hibajel az "RSZBN" közelnavigációs és leszállító rendszer állítja elő. Rajzoljuk meg a vezérlő rendszer blokkvázlatát (4. ábra).



A sikló pályán tartó automatikus vezérlő rendszer

4. ábra

- Ahol:  $\Delta^{\omega z}$  - a repülőgép kereszt tengely körüli forgási sebességének mérési pontatlansága
- $\Delta\theta$  - a bólintási szög mérési pontatlansága
- $\Delta\epsilon_s$  - a síklópályától való szögeltérés mérési pontatlansága
- $\delta_{VV}^z$  - bólintási irányú zavaró hatású forgatónyomaték ekvivalens kormányfelület elmozdulása (pl. leszálló vagy felszálló légáramok)
- $K\theta$  - bólintási szög áttételi viszonyyszáma
- $K\omega_z$  - bólintási szögsebesség áttételi viszonyyszáma.

A merev visszacsatolású bólintási robotpilóta  $\Psi_{\theta}^a(s)$  átviteli függvényét a következő alakban lehet felírni:

$$\Psi_{\theta}^a(s) = \frac{T_{\theta}s + 1}{(T_{\theta}s + 1)(s^2 + 2\zeta_M\omega_Ms + \omega_M^2)}$$

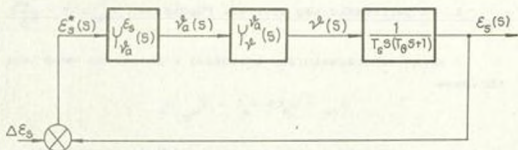
Ahol:  $T_{\theta} = T_{\theta} + (K_{\theta} K_{\omega_{zcs}}^{VV})^{-1}$  - időállandó

$K_{\omega_{zcs}}^{VV}$  - a repülőgép erősítése bólintási csillapító alkalmazása esetén;

$\zeta_M$  - a repülőgép lengéseinek csillapítási tényezője merev visszacsatolású bólintási robotpilóta alkalmazása esetén;

$\omega_M$  - a repülőgép saját lengéseinek körfrekvenciája merev visszacsatolású robotpilóta alkalmazása esetén.

Az automatikus vezérlő rendszert megadhatjuk az alábbi egyszerűsített formában is:



Az automatikus vezérlő rendszer egyszerűsített blokkvázlata

B. ábra

A blokkvázlat alapján határozzuk meg a nyílt rendszer átviteli függvényét. Legyen  $\Delta \varepsilon_s(s) = 0$ . Tehát

$$\begin{aligned} Y_{\varepsilon_s}(s) &= Y_{\theta_a}^e(s) Y_{\theta_a}^b(s) \frac{1}{T_s s (T_s s + 1)} = \\ &= Y_{\theta_a}^e(s) \frac{T_{\theta}^{s+1}}{(T_{\theta} s + 1)(s^2 + 2\zeta_M \omega_M s + \omega_M^2)} \frac{1}{T_s s (T_s s + 1)} \\ Y_{\varepsilon_s}(s) &= Y_{\theta_a}^e(s) \frac{1}{T_s s (T_{\theta} s + 1)(s^2 + 2\zeta_M \omega_M s + \omega_M^2)} \end{aligned}$$

A vezérlő rendszer automatikai vizsgálatának lefolytatásához szükséges a " $Y_{\theta_a}^e(s)$ " átviteli függvény ismerete is.

A továbbiakban vizsgáljuk meg a jelformáló tag lehetséges átviteli függvényeit.

1./ A jelformáló tag átviteli függvénye:  $\Psi_{\theta a}^{\omega_z}(s) = -\frac{K_{\epsilon s}}{K_{\theta}}$

A merev visszacsatolású bólintási robotpilóta vezérlési törvénye:

$$\delta_{VV} = K_{\theta}(\theta - \theta_a) + K_{\omega_z} \omega_z$$

- Ahol:  $K_{\theta}$  - bólintási szög szerinti áttételi viszonyszám  
 $\theta$  - a bólintási szög pillanatnyi értéke  
 $\theta_a$  - a bólintási szög adott értéke  
 $\omega_z$  - keresztengely körüli szögsebesség

Mivel:  $\Psi_{\theta a}^{\epsilon_s}(s) = \frac{\theta_a(s)}{\epsilon_s(s)} = -\frac{K_{\epsilon s}}{K_{\theta}}$ ; ezért

$$\theta_a(s) = -\frac{K_{\epsilon s}}{K_{\theta}} \epsilon_s(s)$$

Ahol:  $K_{\epsilon s}$  - a sikló pályára egyenlő jelű zónájától való eltérés áttételi viszonyzáma.

Az adott bólintási szögértékre kapott kifejezést helyettesítsük be a vezérlési törvénybe:

$$\delta_{VV} = K_{\theta}(\theta + \frac{K_{\epsilon s}}{K_{\theta}} \epsilon_s) + K_{\omega_z} \omega_z = K_{\theta} \theta + K_{\epsilon s} \epsilon_s + K_{\omega_z} \omega_z$$



A vezérlési törvényben szereplő jelek:

- $K_{\omega_z} \omega_z$  - csillapító jel, mely a repülőgép kereszttengety körüli lengéseinek csillapítására szolgál
- $K_{e_s} e_s$  - hibajel
- $K_{\theta} \theta$  - csillapító jel, mely a repülőgép tömegközéppontjának mozgását igyekszik megdönteni és biztosítja a vezérlő rendszer stabilitását.

Az adott jelformáló tag alkalmazásának hátrányai:

- az átmeneti folyamatok hosszú ideig tartanak;
- a vezérlő rendszer a hibajel ledolgozását maradandó hibával hajtja végre;

2./ Az átmeneti folyamatok idejének csökkentése érdekében a jelformáló tag átviteli függvényét a következő alakban szokták megadni:

$$V_{\theta}^s(s) = \frac{\theta_a(s)}{e_s(s)} = -\frac{1}{K_{\theta}} (K_{e_s} + K_{e_s} s)$$

Ahol:  $K_{e_s}$  - a hibajel sebességének átmeneti viszonyyszáma.

A robotpilóta vezérlési törvénye ebben az esetben a következőképpen írható fel:

$$\begin{aligned} \delta_{VV} &= K_{\theta}(\theta - \theta_a) + K_{\omega_z} \omega_z = K_{\theta} \left[ \theta + \frac{1}{K_{\theta}} (K_{e_s} + K_{e_s} s) e_s \right] + K_{\omega_z} \omega_z = \\ &= K_{\theta} \theta + K_{e_s} e_s + K_{e_s} s e_s + K_{\omega_z} \omega_z; \end{aligned}$$

ahol a  $(K_{\epsilon_s} \frac{\epsilon_s}{s})$  sebességi jel az átmeneti folyamatok idejének csökkentésére szolgál.

3./ A maradó hiba kiküszöbölésére szokás a jelformáló tag átviteli függvényének alábbi alakját alkalmazni:

$$\Psi_{\theta_a}^{\epsilon_s}(s) = \frac{\theta_a(s)}{\epsilon_s(s)} = -\frac{1}{K_{\theta}} \left[ K_{\epsilon_s} + K_{\epsilon_s} s + \frac{K_{\epsilon_s}}{s} \right]$$

Ahol:  $K_{\epsilon_s}$  - a hibajel integráljának átviteli viszonyyszáma.

A robotpilóta vezérlési törvénye a következő alakban írható fel:

$$\delta_{VV} = K_{\theta} (\theta - \theta_a) + K_{\omega_z} \omega_z = K_{\theta} \left[ \theta + \frac{1}{K_{\theta}} \left[ K_{\epsilon_s} + K_{\epsilon_s} s + \frac{K_{\epsilon_s}}{s} \right] \epsilon_s \right] +$$

$$+ K_{\omega_z} \omega_z = K_{\theta} \theta + K_{\epsilon_s} \epsilon_s + K_{\epsilon_s} s \epsilon_s + \frac{K_{\epsilon_s}}{s} \epsilon_s + K_{\omega_z} \omega_z;$$

ahol a  $\left[ \frac{K_{\epsilon_s}}{s} \epsilon_s \right]$  integrál jel a maradó hiba kiküszöbölésére szolgál.

Vizsgáljuk meg a nyílt rendszer átviteli függvényét, ha jelformáló tag alakja

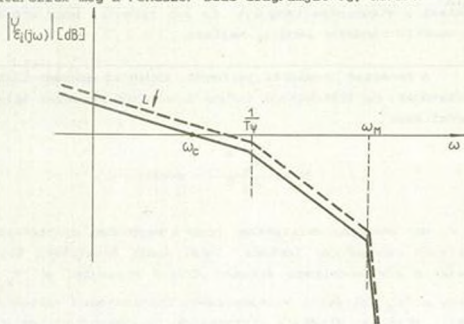
$$\Psi_{\theta_a}^{\epsilon_s} = -\frac{K_{\epsilon_s}}{K_{\theta}}$$

Ebben az esetben a nyílt rendszer átviteli függvényét a következő alakban írhatjuk fel:

$$\begin{aligned} Y_{\epsilon s}(s) &= \frac{K_{\epsilon s}}{K_{\theta}} \frac{1}{T_{\theta} s (T_{\theta} s + 1) (s^2 + 2\zeta_M \omega_M s + \omega_M^2)} = \\ &= \frac{K_{\epsilon s} \cdot v}{K_{\theta} R (T_{\theta} s + 1) (s^2 + 2\zeta_M \omega_M s + \omega_M^2)} = \frac{K}{(T_{\theta} s + 1) (s^2 + 2\zeta_M \omega_M s + \omega_M^2)} \end{aligned}$$

ahol:  $K = \frac{K_{\epsilon s} \cdot v}{K_{\theta} \cdot R}$  - a vezérlési kör erősítése.

Az automatikus vezérlő rendszer átviteli függvénye alapján határozzuk meg a rendszer Bode-diagramját (6. ábra).



A nyílt vezérlési rendszer Bode-doagramja

6. ábra

A vezérlési kör erősítése:  $K = \frac{K_{\epsilon s} \cdot v}{K_{\theta} \cdot R}$

ahol:  $K_{e_s}$ ;  $K_{\theta}$  - áttételi viszonyszámok.

$v$  - a bejövétel sebessége

$R$  - a repülőgép tömegközéppontjának "GRM"-től mért távolsága.

Mivel az automatikus bejövétel gyakorlatilag állandó sebességgel történik, a repülőgép "GRM"-től mért távolsága pedig állandóan csökken, ezért automatikus bejövétel esetén a rendszer erősítése folyamatosan növekedni fog. A nyílt vezérlési kör Bode-diagramja az 6. ábrán látható módon fog megváltozni (szaggatott vonal). Az 6. ábrán jól látható, hogy a Bode-diagram egyre magasabb frekvenciatartományban metszi a vízszintes tengelyt. Ez azt jelenti, hogy erősödik a vezérlő rendszer lengési hajlama.

A rendszer dinamikai jellemzői abban az esetben lesznek állandók, ha biztosítani tudjuk a vezérlő rendszer állandó erősítését:

$$K = \frac{K_{e_s} v}{K_{\theta} R} = \text{const.}$$

Már korábban említettem, hogy a bejövétel gyakorlatilag állandó sebességgel történik. Tehát annak érdekében, hogy a vezérlő kör erősítése állandó értékű maradjon, a " $K_{e_s}$ "-t vagy a " $K_{\theta}$ " áttételi viszonyszámot folyamatosan változtatni kell. Mivel az áttételi viszonyszám folyamatos változtatása egy külön rendszert igényel, ezért a vezérlő kör előállítási költsége nőni fog.

A rendszerbe állított fedőzeti automatikus vezérlő rendszerekben automatikus bejövételkor az áttételi viszonyszámok nagyon egyszerű módosítását alkalmazzák. A távo-

li irányadó rádióállomás feletti átrepülés időpillanatában a " $K_{zs}$ " áttételi viszonzyszámot egyszer, ugrásszerűen csökkentik.

## II. A REPÜLŐGÉP OLDALIRÁNYÚ MOZGÁSA AUTOMATIKUS BEJÖVETELKOR

Végezzük el a repülőgép "csűrő" irányítási csatornájának vizsgálatát automatikus bejövételkor (7. ábra). Ahol:



A repülőgép oldalirányú mozgása bejövételkor  
leszálláshoz

7. ábra

- L - a repülőgép tömegközéppontjának a "KRM" rádióadó-  
ótól mért távolsága;
- z - pillanatnyi eltérés az iránypálya egyenlő jeld  
zónájától (a leszállópálya tengelyétől);
- $\epsilon_i$  - pillanatnyi szögeltérés az iránypálya egyenlő je-  
ld zónájától;
- v - a repülőgép sebessége;
- w - oldalirányú szél sebessége;
- $v_e$  - eredő sebesség;
- $\beta_{sz}$  - az oldalszél szöge;
- $\psi$  - legyező szög;

Automatikus bejövételkor alapvető követelmény, hogy a repülőgép tömegközéppontja a leszállópálya tengelyében ma-

radjon. A fedélzeti automatikus vezérlő rendszer fő feladata, hogy csőrök kitérésével biztosítsa az  $\epsilon_1 = 0$  értékű szögét. Az  $\epsilon_1$  jellel arányos villamos jelet az "RSZBN" közelnavigációs és leszállító rendszer állítja elő.

A 7. ábra alapján:

$$\begin{aligned} z &\approx L \epsilon_1 \\ z &\approx -v_e (\psi + \beta_{sz}) \\ L &\approx -v_e \end{aligned}$$

Az első egyenletet deriváljuk az idő szerint és tegyük egyenlővé a második egyenlettel:

$$z = L \dot{\epsilon}_1 + L \epsilon_1 = -v_e \dot{\epsilon}_1 + L \epsilon_1 = L \epsilon_1 - v_e \dot{\epsilon}_1$$

$$L \dot{\epsilon}_1 - v_e \dot{\epsilon}_1 = -v_e (\psi + \beta_{sz}) \quad /: v_e$$

$$\frac{L}{v_e} \dot{\epsilon}_1 - \dot{\epsilon}_1 = -(\psi + \beta_{sz})$$

$$T_1 \dot{\epsilon}_1 - \dot{\epsilon}_1 = -(\psi + \beta_{sz})$$

ahol:  $T_1 = \frac{L}{v_e}$  - időállandó

Az utolsó egyenletet írjuk fel operátortartományban:

$$T_1 s \epsilon_1(s) - \epsilon_1(s) = -(\psi + \beta_{sz})$$

$$(T_1 s - 1) \epsilon_1(s) = -(\psi + \beta_{sz})$$

Mivel  $T_1 \geq 80$  sec. ezért a fenti egyenletet a következőképpen lehet felírni:

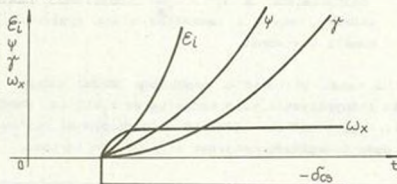
$$T_1 s \epsilon_1(s) = -(\psi + \beta_{sz})$$



$$\varepsilon_1(s) = -\frac{1}{T_I s} (\psi + \beta_{sz})$$

Tehát:  $\varepsilon_1$  függ: - a legyező-szögtől  
- az oldalszél szögétől.

A csőrök egységnyi kitérése esetén a repülőgép térbeli helyzetét meghatározó szögek időfüggvényei az alábbi alakúak lesznek:

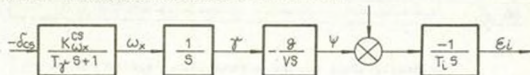


Az oldalirányú mozgás szögeinek időfüggvénye

8. ábra

Ahol:  $\omega_x$  - a repülőgép hossz tengely körüli szögsebessége  
 $\gamma$  - dőlési szög  
 $\psi$  - legyező szög  
 $\varepsilon_1$  - az iránypálya egyenlő jelű zónájától való szög-eltérés.

A továbbiakban ismertnek tekintjük a repülőgép bedöntési csatornájának átviteli függvényét. Az átviteli függvény ismeretében a repülőgép mozgását az iránypályához képest az alábbi blokkvázlattal lehet szemléltetni:



Ahol:  $T_Y$  - időállandó

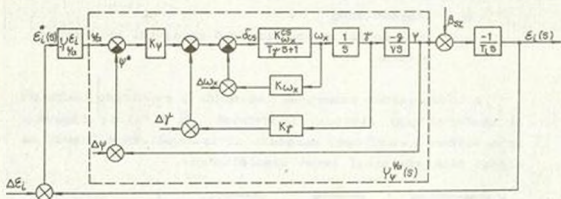
$K_{\omega_x}^{CS}$  - a repülőgép erősítése

A blokkvázlat alapján határozzuk meg a nyílt szabályozási lánc sajátosságait:

- a rendszer három, egymással sorba kapcsolt integráló tagot tartalmaz;
- bejövetelekor a  $T_i = \frac{L}{v_{\text{h}}}$  időállandó folyamatosan csökken, mivel a leszállás alatt gyakorlatilag  $v = \text{const}$ ;  $L = \text{const}$ .

Ha tehát változik a repülőgép dőlési szöge, változni fog az iránypályától való szögeltérés  $\epsilon_1(t)$  is. Ebből következik, hogy a csűrők megfelelő elmozdításával biztosítható a repülőgép tömegközéppontjának iránypályán tartása.

Az iránypályán tartó automatikus vezérlő rendszer alapjául merev visszacsatolású bedöntési robotpilóta szolgál. A vezérlő rendszerben hibajelként az  $\epsilon_1$  jelet használják, melyet az "RSZBN" közelnavigációs és leszállítórendszer állít elő. Rajzoljuk meg az automatikus vezérlő rendszert (9. ábra)!



Az oldalirányú mozgás automatikus vezérlő rendszere

9. ábra

Ahol:  $\Delta \epsilon_i$ ;  $\Delta \psi$ ;  $\Delta \gamma$ ;  $\Delta \omega_x$  - az iránypályától való eltérés, legyezőszög, dőlési szög és a hossz-tengely körüli szögsebesség mérési pontatlansága;

$K_\gamma$ ;  $K_{\omega_x}$  - bedöntési szög és szögsebesség szerinti áttételi viszonyszám.

A bedöntési robotpilóta  $\Psi_\psi^{va}(s)$  átviteli függvényét az alábbi alakban lehet felírni:

$$\Psi_\psi^{va}(s) = \frac{1}{(T_\psi s + 1)(s^2 + 2\zeta_M \omega_M s + \omega_M^2)}$$

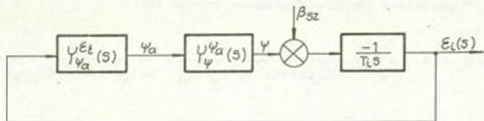
Ahol:  $T_\psi = \frac{K_\gamma v}{K_\psi g}$  - időállandó

$K_\gamma$ ;  $K_\psi$  - bedöntési, legyezőszög szerinti áttételi viszonyszám

$v$  - a repülés sebessége

$\psi_a$  - a legyezőszög adott értéke.

Az automatikus vezérlő rendszer blokkvázlata az  $\Psi_\psi^{va}(s)$  átviteli függvény ismeretében a következőképpen adható meg (10. ábra): legyen  $\Delta \epsilon_i(s) = 0$ .



Az oldalirányú mozgás egyszerűsített blokkvázlata  
10. ábra

Az egyszerűsített blokkvázlat alapján a nyílt rendszer átviteli függvényét a következőképpen írhatjuk fel:

$$\Psi_{e_1}(s) = \Psi_{\psi_a}^{e_1}(s) \Psi_{\psi}^{\psi_a}(s) \left[ -\frac{1}{T_i s} \right]$$

$$\Psi_{e_1}(s) = -\Psi_{\psi_a}^{e_1}(s) \frac{1}{(T_{\psi} s + 1)(s^2 + 2\xi_M \omega_M s + \omega_M^2)} \frac{1}{T_i s}$$

A rendszer automatikai vizsgálatának lefolytatásához szükséges tehát az  $\Psi_{\psi_a}^{e_1}$  átviteli függvény ismerete is.

Legyen a jelformáló tag átviteli függvénye arányos:

$$\Psi_{\psi_a}^{e_1}(s) = -\frac{K_{e_1}}{K_{\psi}}$$

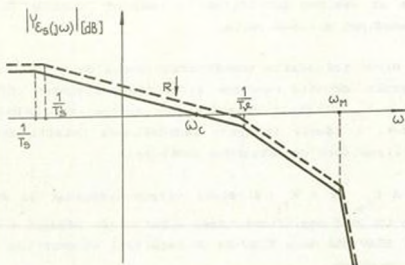
ahol:  $K_{e_1}$  - az iránypálya egyenlő jelű zónájától való szögeltérés átviteli viszonyzáma.

Ebben az esetben a nyílt vezérlő rendszer átviteli függvénye a következő alakban írható fel:

$$\Psi_{e_1}(s) = \frac{K_{e_1} v_e}{K_{\psi} L} \frac{1}{s(T_{\psi} s + 1)(s^2 + 2\xi_M \omega_M s + \omega_M^2)} = \frac{K}{s(T_{\psi} s + 1)(s^2 + 2\xi_M \omega_M s + \omega_M^2)}$$

Ahol:  $K = \frac{K_{e_1} v_e}{K_{\psi} L}$  - a vezérlési kör erősítése.

Az átviteli függvény alapján határozzuk meg a rendszer Bode-diagramját (11. ábra).



A nyílt vezérlési rendszer Bode-diagramja  
11. ábra

Mivel a leszállás gyakorlatilag állandó sebességgel történik, ezért állandó  $K_{\psi}$ ;  $K_{\varepsilon_1}$  átviteli viszonyszámok esetén a rendszer erősítése növekedni fog, mert a repülőgép tömegközéppontjának "KRM"-től mért távolsága folyamatosan csökken a bejövétel ideje alatt. Az erősítés megváltozása esetén a Bode-diagram is változni fog (szaggatott vonal a 11. ábrán). A Bode-diagram bejövételkor egyre magasabb frekvencia-tartományban metszi a vízszintes tengelyt. Ez tehát azt jelenti, hogy a vezérlő rendszer lengési hajlama növekszik. Az auto-

matikus vezérlő rendszer állandó dinamikai tulajdonságainak biztosítása érdekében szükséges a rendszer erősítésének állandó értéken tartása. Mivel automatikus bejövételkor a rendszer erősítése folyamatosan nő a "KRM" adótól való távolság függvényében, ezért ideális esetben az erősítés állandó értéken tartása a  $K_v$  vagy a  $K_{e_1}$  áttételi viszonyszámot szintén folyamatosan, a megfelelő módon kell megváltoztatni. Ebben az esetben biztosított a vezérlő rendszer dinamikai jellemzőinek állandó volta.

Mivel folyamatos szabályozást megvalósító áttételi viszonyszám módosító rendszer kiépítése túlságosan költséges, ezért a  $K_{e_1}$  áttételi viszonyszámot automatikus bejövételkor egyszer, a távoli irányadó rádióállomás feletti átrepülés időpillanatában ugrásszerűen csökkentik.

A  $K_{e_s}$  és a  $K_{e_1}$  áttételi viszonyszámoknak az említett módon történő megváltoztatását alkalmazzák például a SZAU-23 ESN, SZAU-23A és a SZAU-23 UB fedélzeti automatikus vezérlő rendszerekben.



Horváth Dezső mk. alezredes, főiskolai docens  
Horváth Dezső mk. hadnagy

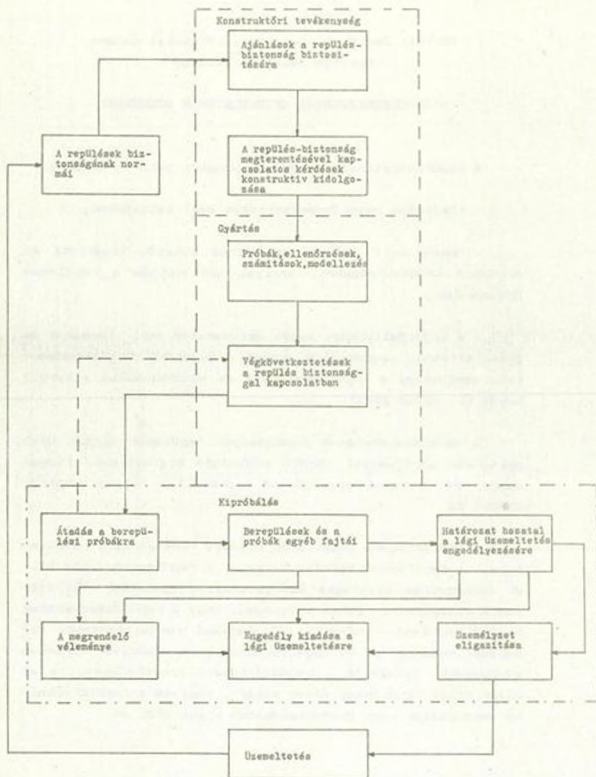
#### A REPÜLÉSBIZTONSÁG ERTEKELESENEK MÓDSZEREI

A repülésbiztonság magas színvonalon való tartásához:

- tökéletes repülőszerkezeteket kell létrehozni;
- végre kell hajtani az összes kutató, kísérleti és értékelő tevékenységeket, amelyek biztosítják a repülések biztonságát;
- a hajózóállományt magas színvonalon kell kiképezni és gyakoroltatni, végrehajtva azokat a megelőző óvintézkedéseket, amelyekkel a repülőesemények és vészhelyzetek elkerülhetők (1. számú ábra).

A repülőszerkezetek biztonságos repülését minden Üzemeltetési körülmények között szükséges biztosítani, figyelembe véve a számításba jöhető kedvezőtlen helyzetkombinációkat is.

A légi járművek fedélzetén Üzemelő funkcionális rendszereket, a repülésbiztosítás, valamint a repülésirányítás földi eszközeinek esetleges Üzemzavarait figyelembe véve célszerű kialakítani. Ehhez szükséges, hogy a repülőszerkezetek kiváló repülési - műszaki jellemzőkkel rendelkezzenek, fedélzeti rendszereik és segédberendezéseik Üzemzavarmentesen működjenek. Csökkenti a hajózóállomány leterhelését, ha az olyan hibák lehetősége eleve kizárt, amelyek a repülőtechnika vezetésében vagy Üzemeltetésében következhetnek el.



A repülésbiztonság megteremtését célzó munkák tartalma

1. számú ábra

A repülés biztonságát a "személyzet - repülőszerkezet - külső közeg" rendszer repülési paramétereinek összessége adja és megfelelő kombinációjukat valamennyi üzemeltetési körülményre ki kell dolgozni.

A repülőszerkezet hajózárszemélyzetének tagjai a következő rendszerekben dolgozhatnak:

a./ "ember - gép" - a pilóta érvényesíti ráhatását a repülőszerkezetre és korrigálja saját tevékenységét attól függően, hogyan reagál erre a tevékenységre a repülőszerkezet;

b./ "ember - ember" - a hajózárszemélyzet tagjai közötti együttműködés;

c./ "ember - és az őt közvetlenül körülvevő külső közeg" - a pilóta tevékenysége, valamint a repülőszerkezet viselkedése a légtér változó körülményei között.

A felsorolt rendszerek különböző elemeitől igen sokféle információ érkezik be, azeket a pilótának fel kell dolgozni. A beérkező információ-halmazból ki kell választani a leglényegesebbeket. A pilótától ez gyors tájékozódó-képességet és gyors elhatározó (logikai tevékenységet kifejtő) készséget követel. Amikor az események a várható sorrendnek megfelelően követik egymást, a pilóta általában nem követ el hibát (figyelme beáll egy olyan meghatározott színvonalra, ami az ő egyéni szervezetére jellemző).

Ha a repülés menetében rendellenességek lépnek fel, előfordulhat, hogy a pilóta követ el hibát (esetlegesen nem is szándékosan).

Repülés menetében létrejövő nem szándékos hibák:

- megfigyelési hibák, amikor a pilóta helytelenül érzékeli a külső körülményeket;

- a pilóta (személyzet más tagja) által elkövetett helytelen tevékenységből, vagy műveletből származó hibák;

- a beállított körülmények és jelenségek mennyiségileg vagy minőségileg helytelen értékelésből származó hibák;

- olyan hibák, amelyeket a személyzet akkor követ el, amikor az előállított rendkívüli helyzetből minden áron ki akar jutni.

A légi járműre veszélyt rejtő külső jelenségek:

a./ Meteorológiai helyzet: hirtelen feltámadó szél, zivatar, köd, forgószél, homokviharok, a leszállópályán kialakuló tükör-jég, a felhőzet hirtelen változásai, légköri turbulencia, levegő leáramlások, jegesedés stb. Veszélyt jelenthet a gépre, a haladásával egyirányú olyan levegő áramlási sugár is, amelyet egy közvetlenül előtte haladó másik repülőgép vált ki.

b./ Ütközések veszélye: légtérbe kerülő madarak, léggömbök, rádiószondák, valamint a légi forgalom nagy sűrűsége.

c./ Kedvezőtlen fiziológiai-higiéniai környezeti hatás: elektromágneses és nagyfrekvenciás kisugárzások, a hangfrekvenciás tartományba, de annak hallható részén túl, az infra és ultrahang tartományba tartozó zajok, a meg nem engedhető mértékű gyorsulások és vibrációk, a szélsőséges hőmérsékleti és páratartalom értékek, valamint a repülőszerkezet kabinjában bekövetkező hirtelen nyomásváltozások.

A kedvezőtlen külső körülmények hatása a "személyzet - repülőszerkezet" rendszere:

a./ Az aerodinamikai erők és nyomatékok olyan változása jöhet létre, aminek következtében a repülőszerkezet mozgási paraméterei eltérhetnek a megadott norma határértékeitől.

b./ A látástávolság csökkenése és a vezetőfülkén belüli fiziológiai-higiéniai körülmények romlása nehezíti a személyzet munkakörülményeit és egyes tagjainál neuropszichológiai terheléseket válthat ki.

c./ Az automatikus irányító rendszerek üzemében beállító zavarok, a barometrikus elven működő műszerek külső ráhatások következtében fellépő értékeinek változásai és hasonló anomáliák a személyzetnél hibás tevékenységet válthatnak ki.

d./ A zivatarjelenségek elengedhetetlen kísérőjeként jelentkező légköri elektromos kisülések, valamint az igen erős széllekedések veszélyeztethetik a repülőszerkezet sárkányának szilárdságát.

A reptülések biztonságát rendszerint az egy reptüleseményre jutó fel- és leszállások számával, a  $10^5$  reptü órára eső reptülesemények számával, esetleg 1 utaskilométerre jutó áldozatok számával értékelik.

Az egyes rendszerek üzemzavaraiból eredő és a reptülesbiztonságát veszélyeztető tényezők hatását még hosszabb üzemeltetési időszakokra sem lehet értékelni. Ez azzal magyarázható, hogy a reptülesemények és az esemény-veszélyes helyzetek nyilvántartásánál veszendőbe megy az információk azon része, amely a levegőben és a földön felderített olyan üzemzavarokra vonatkozik, amik nem okoztak közvetlenül veszélyt.

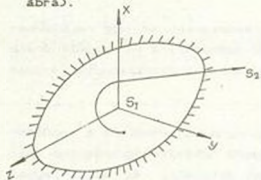
## A repülésbiztonság értékelésének módszerei:

a./ A repülőszerkezetek által teljesített repült időre vonatkozó műszaki üzemzavarokon alapuló értékelés széles körben alkalmazott módszer, hátránya, hogy a feldolgozható adatokhoz az adott repülőszerkezet huzamos idejű üzemeltetése után juthatunk. Nem teszi lehetővé az adott repülőszerkezet biztonságának értékelését a tervezés időszakában.

b./ A valószínűségszámítási alapon végzett értékelés lehetővé teszi, hogy előre kiszámítsák a kockázatot. Ehhez szükségesek a rendszer állapotának aprioratív valószínűségi adatai, amelyeknek megfelelően a repülés eseménnyel végződhet bizonyos repülési körülmények között.

### A REPÜLESBIZTONSÁG VALÓSZÍNŰSÉGSZÁMITÁSI ALAPOKON VÉGZETT ÉRTEKELÉSE

A "személyzet - repülőszerkezet - külső közeg" rendszer általános esetben az  $x, y, z$  koordináta-rendszerben elhelyezkedő paraméterek összességéként ábrázolható (2. számú ábra).



A "személyzet-repülő szerkezet-külső közeg" rendszer állapotának többdimenziós térbeli karakterisztikája

2. számú ábra

A "személyzet -repülő-szerkezet- külső közeg" rendszerben a paraméterek összessége között szerepel "m" számú olyan jellemző, amelyek a veszélyes értéket is elérhetik. Ezek az egynevezett meghatározó értékű paraméterek.



A meghatározó értékű paraméterek:

- $n_y$  - túlterhelés,
- $q$  - sebességi torlónyomás,
- $\alpha$  - állásszög,
- $\beta$  - csúszási szög,
- $c_y$  - felhajtóerő együttható,
- $M$  - Mach-szám,
- $v$  - sebesség,
- $H$  - repülési magasság,
- $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  - elfordulási szögsebesség.

A felsorolt jellemzők változási tartományát általában repülésbiztonsági szempontból korlátozzák. Ezért a rendszer térbeli alakzatán belül  $S_1$  - elfogadható zónával, és  $S_2$  meg nem engedhető értékekkel kell számolni.

A zónák közé sorolhatjuk az Üzemeltetési  $H$  magasság értékét, az adott repülőszerkezetre jellemző  $v$  repülési sebességértéket, valamint az  $n_y, c_y, \omega_y$  és egyéb paraméterek megengedhető és meg nem engedhető értékeit.

Az  $S_1$  és  $S_2$  határértékei függnek a "személyzet - repülőszerkezet - külső közeg" tulajdonságaitól és jellemzőitől, a repülési üzemmódotól.

A repülésbiztonság érdeke megköveteli, hogy megjelöljék a paramétereknek azt a  $\Delta S_2$  tartalékát, amelyen belül a paraméterek változása még egyáltalán nem vezet veszélyes helyzethez.

Veszélyes szituáció kifejlődését eredményezheti, a meghatározó jellegű paraméterek változása során az  $S_2$  értékköze túllépése. Azonban a repülés biztonságos marad, amennyiben az üzemszavar során a meghatározó paraméterek közül egy sem lép

ki az  $S_1$  zónából, azaz, ha betartható az alábbi feltétel:

$$(x_1, x_2, \dots, x_m) \in S_1 \quad (1)$$

A repülőszervezetek hosszú üzemeltetési időszakának tapasztalatai azt mutatják, hogy igen ritkán vezet repüléseményhez, vagy eseménnyel fenyegető vészhelyzethez önmagában egyetlen ok. A kivizsgáláskor mindenkor több okot derítenek ki, melyek közül az alapvetőt az esetek többségében igen nehéz elkülöníteni.

A vészhelyzetek okai lehetnek:

- a technikai berendezések meghibásodása;
- az üzemzavarok során elkövetett vezetési és üzemeltetési hibák;
- a repülésirányítási és vezetési előírások megsértése;
- a repülések földi kiszolgálását és irányítását szolgáló eszközök üzemzavarai;
- a repülőszervezet személyzetének hibás tevékenysége az üzemzavarok során.

A biztonságos repülés valószínűsége:

$$P_{RV} = P_{RJ} (P_{RA} P_{KE} P_{KK} + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + \\ + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10}) \quad (2)$$

ahol:  $P_{RV}$  - a repülésbiztonság valószínűsége;

$P_{RJ}$  - a repülőszervezet repülési-műszaki jellemzőitől függő repülésbiztonsági valószínűség (stabilitási tartalék, flatter tartalék, szilárdsági tartalék stb.);

- $P_{RA}$  - a repüléstechnika kifogástalan állapotától, valamint üzemi zavarok esetén a hajzóállomány hibátlan tevékenységétől függő repülésbiztonsági valószínűség;
- $P_{KE}$  - a földi kiszolgáló eszközök üzemi zavarmentes működésétől függő repülésbiztonsági tényező, amikor is az említett eszközök meghibásodása esetén a hajzószemélyzet nem követ el hibás tevékenységet;
- $P_{KK}$  - a külső körülmények által meghatározott repülésbiztonsági valószínűség, amikor nem állnak fenn sem a hajzó tevékenységi hibái, sem a repülőszerkezet üzemi zavarai, akkor sem, ha a külső körülmények kedvezőtlenre fordulnak;
- $P_{HA}$  - a hajzóállomány kifogástalan repülőgépvezető tevékenységétől függő repülésbiztonsági valószínűség.

$$P_1 = P_{RA} P_{KE} P_{HA} P_{KK} \left[ P \left( \frac{\text{korrigálás}}{P_{RA} P_{KE} P_{HA} P_{KK}} \right) \times P \left( \frac{\text{meghibásodás}}{P_{RA} P_{KE} P_{KK} P_{HA}} \right) P \left( \frac{\text{korr. megh.}}{P_{RA} P_{KE} P_{KK} P_{HA}} \right) \right];$$

$$P_2 = P_{RA} P_{KE} P_{HA} P_{KK} \left[ P \left( \frac{\text{korrigálás}}{P_{RA} P_{KE} P_{HA} P_{KK}} \right) \times P \left( \frac{\text{meghibásodás}}{P_{RA} P_{KE} P_{HA} P_{KK}} \right) P \left( \frac{\text{korr. megh.}}{P_{RA} P_{KE} P_{HA} P_{KK}} \right) \right];$$

$$P_3 = P_{RA}^P KE^Q HA^P KK \left[ P \left( \frac{\text{korrigálás}}{P_{RA}^P KE^Q HA^P KK} \right) \times P \left( \frac{\text{Uzemzavar}}{P_{RA}^P KE^Q HA^P KK} \right) P \right. \\ \left. P \left( \frac{\text{kor. Uzemzavar}}{P_{RA}^P KE^Q HA^P KK} \right) \right];$$

$$P_4 = P_{RA}^P KE^P HA^Q KK \left[ P \left( \frac{\text{korrigálás}}{P_{RA}^P KE^P HA^Q KK} \right) \times P \left( \frac{\text{Uzemzavar}}{P_{RA}^P KE^P HA^Q KK} \right) P \right. \\ \left. P \left( \frac{\text{kor. Uzemzavar}}{P_{RA}^P KE^P HA^Q KK} \right) \right];$$

$$P_5 = Q_{RA}^Q KE^P HA^P KK \left[ P \left( \frac{\text{korrigálás}}{Q_{RA}^Q KE^P HA^P KK} \right) \times P \left( \frac{\text{Uzemzavar}}{Q_{RA}^Q KE^P HA^P KK} \right) P \right. \\ \left. P \left( \frac{\text{kor. Uzemzavar}}{Q_{RA}^Q KE^P HA^P KK} \right) \right];$$

$$P_6 = Q_{RA}^Q KE^Q HA^P KK \left[ P \left( \frac{\text{korrigálás}}{Q_{RA}^Q KE^Q HA^P KK} \right) \times P \left( \frac{\text{Uzemzavar}}{Q_{RA}^Q KE^Q HA^P KK} \right) P \right. \\ \left. P \left( \frac{\text{kor. Uzemzavar}}{Q_{RA}^Q KE^Q HA^P KK} \right) \right];$$

$$P_7 = Q_{RA}^P KE^P HA^Q KK \left[ P \left( \frac{\text{korrigálás}}{Q_{RA}^P KE^P HA^Q KK} \right) \times P \left( \frac{\text{megh. Uzemzavar}}{Q_{RA}^P KE^P HA^Q KK} \right) P \right. \\ \left. P \left( \frac{\text{kor. megh. Uzemz.}}{Q_{RA}^P KE^P HA^Q KK} \right) \right];$$

$$P_B = P_{RA} Q_{KE} Q_{HA} P_{KK} \left[ P \left( \frac{\text{korrigálás}}{P_{RA} Q_{KE} Q_{HA} P_{KK}} \right) \times \right. \\ \left. \times P \left( \frac{\text{repülőszerkezet (RSZ) Uzemzavar}}{P_{RA} Q_{KE} Q_{HA} P_{KK}} \right) \times P \left( \frac{\text{korrig. RSZ Uzemzav.}}{P_{RA} Q_{KE} Q_{HA} P_{KK}} \right) \right];$$

$$P_G = P_{RA} Q_{KE} P_{HA} Q_{KK} \left[ P \left( \frac{\text{korrigálás}}{P_{RA} Q_{KE} P_{HA} Q_{KK}} \right) \times P \left( \frac{\text{RSZ Uzemzavar}}{P_{RA} Q_{KE} P_{HA} Q_{KK}} \right) P \left( \frac{\text{korrig. RSZ Uzemzavar}}{P_{RA} Q_{KE} P_{HA} Q_{KK}} \right) \right];$$

$$P_{10} = P_{RA} P_{KE} Q_{HA} Q_{KK} \left[ P \left( \frac{\text{korrigálás}}{P_{RA} P_{KE} Q_{HA} Q_{KK}} \right) \times P \left( \frac{\text{RSZ Uzemzavar}}{P_{RA} P_{KE} Q_{HA} Q_{KK}} \right) P \left( \frac{\text{korrig. RSZ Uzemzavar}}{P_{RA} P_{KE} Q_{HA} Q_{KK}} \right) \right];$$

$Q_{RA}$  - a repülőszerkezet (RSZ) Uzemzavarainak valószínűsége;

$Q_{KE}$  - a földi biztosító és irányító eszközök (KE) Uzemzavar valószínűsége;

$Q_{HA}$  - a hajózállomány (HA) hibáinak valószínűsége;

$Q_{KK}$  - a kedvezőtlen körülmények (KK) valószínűsége

$$Q_{RA} = 1 - P_{RA}$$

$$Q_{KE} = 1 - P_{KE}$$

$$Q_{HA} = 1 - P_{HA}$$

$$Q_{KK} = 1 - P_{KK}$$

(3)

A repülőszerkezet  $Q_{RA}$  Üzemzavarának valószínűségét és Üzemzavarmentes tevékenységének valószínűségét  $P_{RA}$  a megbízhatósági elmélet módszerével határozzuk meg.

Általános esetben:

$$P_{RA} = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \quad (4)$$

ahol:  $t$  - a repülőszerkezet repülési ideje;  
 $\lambda(t)$  - a repülőtechnika Üzemzavarainak intenzitása.

A (2) képletben megengedhető két esemény egyidejű összhangba kerülése, valójában azonban kettőnél több jelenség egybeesésének kicsi a valószínűsége, így ezzel nem is számolunk.

A repülésbiztonság valószínűsége:

$$P_{RV} = P_{RJ} P_{RA} P_{KE} P_{BR} P_{KK} \quad (5)$$

ahol:  $P_{BR}$  - a biztonságos repülés valószínűsége abban az esetben, ha a hajózószemélyzet kifogástalanul vezeti és üzemelteti a repülősszerkezetet, valamint a repülőgépvezetésben előforduló hibák esetén nem lépnek fel Üzemzavarok.

Matematikai formában:

$$P_{RA} = \prod_{j=1}^i \left[ P_j \delta_{RJ} + (1 - P_j \delta_{RJ}) P_j \text{ (HSZ/RSZ Üzemzavar)} \right]; \quad (5)$$

$$P_{KE} = \prod_{j=1}^j \left[ P_j \delta_{KE} + (1 - P_j \delta_{KE}) P_j \text{ (HSZ/KE Üzemzavar)} \right]; \quad (6)$$



$$P_{BR} = \prod^h \left[ P_k \delta_{BR} + (1 - P_k \delta_{BR}) P_k \text{ (HSZ/HSZ megh.)} \right]; \quad (7)$$

$$P_{KK} = \prod^1 \left[ P_1 \delta_{KK} + (1 - P_1 \delta_{KK}) P_1 \text{ (HSZ/KK korrig.)} \right]; \quad (8)$$

ahol:  $P_i \delta_{RJ}$  - a repülőszerkezet üzemszármentes működésének valószínűségét jelenti, az  $i$ -edik oknak megfelelően;

$P_j \delta_{KE}$  - a földi eszközök üzemszármentes működésének valószínűségét jelenti, a  $j$ -edik oknak megfelelően;

$P_k \delta_{BR}$  - a hajózállomány hibátlan tevékenységét jelenti, a  $k$ -edik oknak megfelelően;

$P_1 \delta_{KK}$  - a kedvező külső körülmények hatását jelenti, az  $1$ -edik oknak megfelelően.

$$\begin{aligned} P_1 & \text{ (HSZ/RSZ üzemszárm);} \\ P_j & \text{ (HSZ/KE üzemszárm);} \\ P_k & \text{ (HSZ/HÁ meghibásodás);} \\ P_1 & \text{ (HSZ/KK korrigálás)} \end{aligned}$$

azokat a feltételezett valószínűségeket jelzik, amelyek értelmében a hajózárszemélyzet (HSZ) képes.

- az  $i$ -edik oknak megfelelően a repülőszerkezet (RSZ) üzemszármát;

- a  $j$ -edik oknak megfelelően a földi biztosító és repülésiirányító eszközök (KE) üzemszármát;

- a  $k$ -edik oknak megfelelően a hajózállomány (HA) tevékenységi hibáját;

- az 1-edik oknak megfelelően a kedvezőtlen külső körülmények (KK) hatását korrigálni.

A biztonságos repülés valószínűsége:

$$P = e^{-\frac{t}{T_{\text{átl}}}} \quad (9)$$

amennyiben ismerjük az egy repüléseményre jutó  $T_{\text{átl}}$  átlagos repült időt a  $t$  repülési összidőtartam során.

Minden veszélyes szituáció más-más módon befolyásolja a repülés kimenetelét. Ezért a legtöbb esetben egyidejűleg kell megvizsgálni a repüléseket és biztonságukat, az egyes repülési szakaszoknak megfelelően.

Az egész repülés biztonsága:

$$P = P_{\text{FSZ}} \frac{T_{\text{FSZ}}}{T} + P_{\text{ESZ}} \frac{T_{\text{ESZ}}}{T} + P_{\text{VR}} \frac{T_{\text{VR}}}{T} + P_{\text{M}} \frac{T_{\text{M}}}{T} + P_{\text{SZ}} \frac{T_{\text{SZ}}}{T} \quad (10)$$

ahol:

$P_{\text{FSZ}}$  - a felszállás biztonságának valószínűsége;

$T_{\text{FSZ}}$  - a felszállás időtartama;

$P_{\text{ESZ}}$  - az emelkedő repülési szakasz biztonságának valószínűsége;

$T_{\text{ESZ}}$  - az emelkedő repülés időtartama;

$P_{\text{VR}}$  - a vízszintes repülési szakasz biztonságának valószínűsége;

$T_{\text{VR}}$  - a vízszintes repülési időtartam;

$P_{\text{M}}$  - a manőverezés biztonságának valószínűsége;

$T_{\text{M}}$  - a manőverezés időtartama;

$P_{\text{SZ}}$  - a süllyedés és leszállás biztonságának valószínűsége;

$T_{\text{SZ}}$  - a süllyedés és leszállás időtartama;

$T$  - egy repülés teljes időtartama.

A repülésbiztonság mennyiségi statisztikai jellemzői:

Amikor kellő mennyiségű statisztikai adat áll rendelkezésünkre az olyan repülőeseményekkel kapcsolatos repülésbiztonságról és a repülőeseménnyel fenyegető vészhelyzetekről, azokról a gépekről, melyek huzamosabb ideig álltak üzemeltetés alatt, úgy meghatározhatjuk a repülésbiztonság mennyiségi statisztikai jellemzőit.

A következő jelöléseket bevezetve:

- $x$  - a repülőeseményekkel fenyegető vészhelyzetek száma;
- $y$  - a sárkány vagy valamelyik fedélzeti rendszer egyik segédberendezése által egy és ugyanazon időszak alatt kiváltott repülőesemények száma;
- $n$  - a megfigyelések (repülések) száma;
- $x_i$  - az  $i$ -edik ok alapján repülőeseménnyel fenyegető vészhelyzetek száma;
- $y_i$  - az  $i$ -edik ok alapján bekövetkező repülőesemények száma.

Sztohasztikus kapcsolat: az eseti értékek között általában csak különleges fajtájú kapcsolat létezik, amelynek esetén az egyik érték változásával együtt változik a másik eloszlása is.

a./ a repülőeseményekkel fenyegető vészhelyzetek  $\bar{m}(x) = \bar{m}_x$  és a repülőesemények  $\bar{m}(y) = \bar{m}_y$  matematikai valószínűség értékelési paraméterei számtani középérték jelleggel bírnak:

$$\bar{m}_x = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad \bar{m}_y = \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (11)$$

b./ a repülőesemények  $D_y$  és a repülőeseményekkel fenyegető vészhelyzetek  $D_x$  diszperziója:

$$D_x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{m}_x)^2}{n-1}; \quad D_y = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{m}_y)^2}{n-1} \quad (12)$$

c./ Korrelációs momentum: az eseményekkel fenyegető vészhelyzetek és a repülőesemények között:

$$K_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{m}_x)(y_i - \bar{m}_y)}{n-1} \quad (13)$$

d./ Négyzetes eltérési középérték:

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} \quad ; \quad \sigma_y = \sqrt{D_y} \quad (14)$$

e./ Korrelációs együttható:

$$\eta_{xy} = \frac{K_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (15)$$

f./ A regressziós együtthatók:

$$\rho_{xy} = \eta_{xy} \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \quad (16)$$

$$\rho_{yx} = \eta_{xy} \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \quad (17)$$

Az egyik változó tag megváltozásának értékeléséhez a másik változástól függően a regressziós egyenletet alkalmazhatjuk:

$$y = a + b_x x$$

A "b" regressziós együttható azt mutatja, hogy hány egységgel változik meg az "y" értéke a x minden egységnyi változására.

Az x-nek az y szerinti regressziós egyenlete:

$$\bar{x}_y - x = \rho_x y (y - \bar{y}),$$

ahol  $\bar{x}_y$  - az x eseti értékének átlagértéke, az  $\bar{y}$  értékétől függően.

Az y-nak az x szerinti regressziós egyenlete:

$$\bar{y}_x - y = \rho_y x (x - \bar{x}),$$

ahol  $\bar{y}_x$  - az y eseti értékének átlagértéke, az  $\bar{x}$  értékétől függően.

A regressziós egyenlet alapján meghatározhatjuk:

- az  $\bar{x}_y$  és  $\bar{y}_x$  átlagértékeit;
- és azt, hogy a tényezők (okok) melyik része tekinthető közösnek mind az x, mind pedig az y érték vonatkozásában, illetve melyik része tekintendő esetinek, amely csak az egyik értékre vonatkozik.



FELHASZNALT IRODALOM:

1. / A. A. Natau: Technicseszka kibernetika  
izd: 1969. Akadémija Zsukovszkogo
2. / N. N. Szimonov - A. A. Iszkovics: A repülőtechnika állapot  
szerinti karbantartása és javítása  
Zarubeznoe Voennoe obozrenie, 1988/5.
3. / G. I. Boroniu: Szisztémi kondicionyirovannih vozduha na  
letatyelnih aunaratdrah.
4. / A. V. Stodi: Repülőgép-hajtóművek szerkezete  
1970. Moszkva, Zsukovszkij Akadémia
5. / T. M. Melkumova: Műszaki hődinamika és hőközlés  
1971. Moszkva, Zsukovszkij Akadémia
6. / V. D. Votjákov: A repülőszerkezet részeinek aerodinami-  
kai karakterisztikái  
1970. Moszkva, Zsukovszkij Akadémia
7. / K. D. Tyurkina: Repülőszerkezetek konstrukciója  
1972. Moszkva, Zsukovszkij Akadémia
8. / A. A. Kraszovszkij: Az irányítható repülőszerkezetek re-  
pülésének automatikus vezérlési rendszerei  
1971. Moszkva, Zsukovszkij Akadémia
9. / G. P. Kobranov és mások: Repülőtechnika alapjai  
1977. Moszkva, Voennoe Izdatyelsztvo



MATEMATIKAI GYAKORLATOK COMMODORE PLUS/4  
SZÁMÍTÓGEPEN

A számítástechnikai foglalkozásokon az új anyagrészek oktatását minden esetben egy-egy működő program bemutatásával igyekszem eredményesebbé tenni. A következőkben olyan programot kívánok bemutatni, amelyik alkalmas

- a gyakorló órák, konzultációk és összefoglalások munkáját hatékonyabbá tenni;
- tökéletesíteni a hallgatók programirási technikáját;
- a programozási eljárások és fogások bemutatásával mintát adni egy korszerű oktatóprogram megírásához;
- koncentrációt megvalósítani a matematika tantárggyal.

A program megírásakor egy-egy feladat tömör kidolgozása mellett az áttekinthetőségre és a logikus szerkezeti felépítésre törekedtem.

A program szerkezeti felépítése és működése:

Mágneslemezről betölthető a program és RUN utasítással indítható. Ezután megjelenik a képernyőn a fejléc és a főmenü.

KESZULT A SZOLNOKI RHF  
TERMÉSZEZETTUDOMÁNYI  
TANSZEKEN

PROGRAMOZAS BASIC NYELVEN  
COMMODORE PLUS/4 SZAMITOGEPEN  
MATEMATIKAI GYAKORLATOK

A FONTOSABB MATEMATIKAI ALLANDÓK . . . . .	1
SZÁMELMELETI PROBLEMAK . . . . .	2
AZ N-EDIK GYÖKVONÁS . . . . .	3
BINOMIALIS EGYÜTHATÓ . . . . .	4
EGYISMERTLENES EGYENLET . . . . .	5
A FELADAT BEFEJEZÉSE . . . . .	6

VALASZ A SZÁMOK ERINTESEVEL!

A felhasználó öt feladat, és a futtatás megállítása között választhat (egy gomb lenyomásával). Az egyes feladat az 1. almenüt jeleníti meg.

A PI ELDÖLLÍTÁSA HAJÓS MÓDSZEREVEL 1	1
A WALLIS-FORMULA PI ELDÖLLÍTÁSÁRA 2	2
LEIBNIZ SZÁMSORA PI ELDÖLLÍTÁSÁRA 3	3
AZ EULER-FELE 'C' ALLANDÓ . . . . . 4	4
AZ 'E' SZÁM ELDÖLLÍTÁSA . . . . . 5	5
A STIRLING-FORMULA N! SZÁMÍTÁSÁRA 6	6
A FELADAT BEFEJEZÉSE . . . . . 7	7

VALASZ A SZÁMOK ERINTESEVEL!

A felhasználó hat feladat és a főmenübe történő visszatérés között választhat. A főmenü második feladata a 2. almenüt jeleníti meg.

TÍZESRŐL HETTES ALAPRA . . . . .	1
KETTESRŐL TÍZES ALAPRA . . . . .	2
TÍZESRŐL TÍZENHATOS ALAPRA . . . . .	3
TÍZENHATOSRŐL TÍZES ALAPRA . . . . .	4
PRIMSZÁMOK ELDÖLLÍTÁSA . . . . .	5
EGY ALGORITMUS VIZSGÁLATA . . . . .	6
PERMUTÁCIÓK ELDÖLLÍTÁSA . . . . .	7
A FELADAT BEFEJEZÉSE . . . . .	8

VALASZ A SZÁMOK ERINTESEVEL!

A felhasználó hét feladat és a főmenübe történő visszatérés között választhat. Programom - futtatás közben - bemutatja saját szerkezeti felépítését az aktuális programsorok képernyőre vitelével. A felhasználó a képernyőn megjelenő üzenetek alapján könnyen képes kezelni a programot - külön leírás és magyarázat nélkül. Ezek után az egyes feladatokról kívánok rövid ismertetést adni.

A  $\pi$  szám előállítására három eljárást adok. Elsőként Hajós professzorom rendkívül gyorsan (7 lépésben) konvergáló - átlagoló, geometriai alapokon nyugvó - közelítést.

HAJÓS MODSZERE A  $\pi$  KISZÁMITÁSÁRA:

ADOTT KERULETU S EGYRE TOBB OLDALU SZABALYOS SOKSZOG BEIRT ES KORULIRT KÖRENEK SUGARAT HATAROZZUK MEG. A  $\pi$  ERTEKEHEZ JUTUNK TEHAT, HA HAJD AZ ADOTT KERULETET A KISZAMITOTT SUGARAK HATARERTEKEHEK KETSZERESEVEL OSZTJUK: TETEL:

HA  $K_1$  ES  $N_1$  EGY SZABALYOS SOKSZOG BEIRT ES KORULIRT KÖRENEK SUGARAT JELOLI, AKKOR AZ UGYANAKORA KERULETU S KETARANYI OLDALU SZABALYOS BEIRT ES KORULIRT KÖRENEK  $K_2$  ES  $N_2$  SUGARAT A KOVETKEZO FORMULAK ADJAK:

$$K_2 = (K_1 + N_1) / 2, \quad ES \quad N_2 = \sqrt{N_1 * K_2}.$$

EZ A TETEL VALAMELY SZABALYOS SOKSZOG  $K_1$  ES  $N_1$  ERTEKEBOL KIINDULVA, ELEG GYORS KÖZELITESSEL LEHETOVE TESZI  $\pi$  KISZAMITASAT, CELSZERU A KET EBYSEG-NYI KERULETU NEGYZETBOL KIINDULNI, AMELYRE:

$$K(1) = 0.25 \quad ES \quad N(1) = 0.25 * \sqrt{2}.$$

EZ ESETBEN  $\pi = 1 / \text{LIM } K(I).$

Három számsorozat:  $N(I)$  és  $(K(I) + 2N(I))/3$  adja  $\pi$  közelítő értékeit. A program kiírja az eljárás lényegét (lásd: előbb) és ezután a közelítő értékeket (inverz módban megjelenítve a "pontos" értékeket).

```

1010 PRINT "A = SZAM ELOALLITASA HAJOS MODSZEREVEL"
1020 J=1: K2=0.25: N2=0.25*SQRT(2)
1030 PRINT " J   1/N(I)   1/K(I)  3/(K(I)+2*N(I))"
1040 DO
1050 : PRINT USING "###":J;
1060 : IF J=14 THEN PRINTUSINGS2*1/N2: ELSE PRINTUSINGS1*1/N2;
1070 : IF J=15 THEN PRINTUSINGS2*1/K2: ELSE PRINTUSINGS1*1/K2;
1080 : IF J=7 THEN PRINTUSING S2*3/(K2+2*N2): ELSE PRINTUSINGS1*3/(K2+2*N2)
1090 : K1=K2: N1=N2
1100 : J=J+1: K2=(K1+N1)/2: N2=SQRT(N1*K2)
1110 : GETKEY W$
1120 LOOP WHILE J<=17
    
```

A  $\pi$  SZÁM ELOLLITASA HAJOS MODSZEREVEL:

J	1/N(I)	1/K(I)	3/K(I)+2*N(I)
1	2.82842713	4.00000000	3.13444650
2	3.06146746	3.31370850	3.14116790
3	3.12144515	3.18259788	3.14156659
4	3.13654849	3.15172491	3.14159103
5	3.14033116	3.14411839	3.14159255
6	3.14127725	3.14222363	3.14159264
7	3.14151380	3.14175037	3.14159265
8	3.14157294	3.14163208	3.14159265
9	3.14158772	3.14160251	3.14159265
10	3.14159141	3.14159511	3.14159265
11	3.14159234	3.14159326	3.14159265
12	3.14159257	3.14159280	3.14159264
13	3.14159263	3.14159269	3.14159264
14	3.14159264	3.14159266	3.14159264
15	3.14159264	3.14159265	3.14159264
16	3.14159264	3.14159264	3.14159264
17	3.14159264	3.14159264	3.14159264

A  $\pi$  második előállítását adja Wallis formula, amely igen lassan konvergál - 239 lépésben mindössze 0,01 pontosan adja  $\pi$  értékét:

A  $\pi$  SZÁM ELOLLITASA WALLIS-FORMULAVAL

A KÖVETKEZO FORMULA ADJA A  $\pi$  SZÁMOT:

$$\pi = \frac{2}{1} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{6}{7} \cdot \dots$$

$\pi=3.14$ , A LEPESSZÁM= 239

A  $\pi$  'IRODALMI' ERTEKE 3.1415926536...

A fenti eredményt a következő utasítások állítják elő:

```

1240 PI=2: SZ=2: NE=1: N=0: J=1
1250 : PI=PI*SZ/NE
1260 : IF N=0 THEN NE=NE+2: N=1: ELSE SZ=SZ+2: N=0
1270 : J=J+1: IF J<239 THEN 1250
1280 CHAR ,2,18," $\pi$ "
1290 PRINT USING"@.##":PI
1300 PRINT ": A LEPESSZAM="J
1310 PRINT "A  $\pi$  IRODALMI ERTEKE 3.1415926536..."

```

Végül a  $\pi$  harmadik előállítás:

Leibniz alternáló számsora valamivel gyorsabban konvergál:

A  $\pi$  SZÁM ELOALLITASA LEIBNIZ SZAMSORAVAL

A KOVETKEZO FORMULA ADJA A  $\pi$  SZAMOT:

$$\pi = 1 - \frac{1}{4} + \frac{1}{9} - \frac{1}{16} + \frac{1}{25} - \frac{1}{36} + \frac{1}{49} - \frac{1}{64} + \frac{1}{81} - \frac{1}{100} + \dots$$

$\pi=3.14$ ; A LEPESSZAM= 153  
A  $\pi$  'IRODALMI' ERTEKE 3.1415926536...

Ezt a számítást a következő programkészlet állítja elő:

```
1410 PI=0; J=1; N=0
1420 : IF N=0 THEN PI=PI+1/J; N=1; ELSE PI=PI-1/J; N=0
1430 : J=J+2; IF J<305 THEN 1420
1440 CHAR ,2,18,"="
1450 PRINT USING "8.00";4*PI;
1460 PRINT " : A LEPESSZAM=";(J+1)/2
1470 PRINT "Ⓜ A  $\pi$  IRODALMI ERTEKE 3.1415926536..."
```

A Euler-félé C állandó fontos szereppel bír a másodrendű (Bessel-féle) differenciálegyenlet megoldása során - bővebben lásd: [6] irodalom 89-92.old. A következő eljárás az első négy jegyét állítja elő.

```
1570 J=1; C=J
1600 : J=J+1;
1610 : C=C+1/J-LOG(J)+LOG(J-1)
1620 : IF J<1759 THEN 1600
1630 CHAR ,1,18,"C="
1640 PRINT USING "8.000";C;
1650 PRINT " : A LEPESSZAM=";J
1660 PRINT "Ⓜ A C 'IRODALMI' ERTEKE 0.57721e..."
```

A sok iterációs lépés igen sok időt vesz igénybe, ezért a számítás idejére kikapcsolja a program a képernyőt, majd az eredmény a képernyőn a következő formában látható:

AZ EULER-FELE 'C' ÁLLANDÓ ELŐÁLLITÁSA

A KÖVETKEZŐ FORMULA ADJA A 'C' SZÁMOT:

$$C(N) = 1 + \frac{1}{2} - \frac{1}{3} + \frac{1}{4} - \frac{1}{5} + \dots + \frac{1}{N} - \ln N$$

C=0.577; A LEPESSZÁM= 1759

A 'C' SZÁM IRODALMI ÉRTEKE 0.577216...

Műszaki számítások során gyakran előfordul a természetes logaritmus alapszáma az e szám. Előállítását a következő programrész végzi:

```
1820 J=1: NE=1: E=1
1830 : E=E+1/NE
1840 : J=J+1: NE=NE*J
1850 : IF J<11 THEN 1830
1860 CHAR ,1,16,"E="
1870 PRINT USING "%.#0000000":E;
1880 PRINT " : A LEPESSZÁM=";J
1890 PRINT " @ AZ 'E' SZÁM ÉRTEKE 2.7182818285...
```

A végeredményt a képernyő mutatja:

AZ 'E' SZÁM ELŐÁLLITÁSA

A KÖVETKEZŐ FORMULA ADJA AZ 'E' SZÁMOT:

$$E = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \dots$$

E=2.7182818; A LEPESSZÁM= 11

AZ 'E' SZÁM IRODALMI ÉRTEKE 2.7182818285...

Az első "almenő" zárófeladata nagy N-ekre az N! közelítő értéke előállítására Stirling-formulával. Az "élesített" formula (lásd: [3] irodalom 154. old.) használatát mutatom be:

```
2020 E=2.71828183: PI=3.14159265
2030 N=1: FK=1
2040 PRINT"### N N! N! KÖZELÍTÉSE HIBA###"
2050 : NF=SQR(2*PI*N)*(N/E)^(N*(1+1/(2*N)))
2060 : PRINT USING"###":N;
2070 : PRINT USING S4:FK;
2080 : PRINT USING S4:NF;
2090 : PRINT USING" ##.##":ABS(NF-FK)*100/NF; PRINT"% "
2100 : N=N+1: FK=FK*N
2110 : GETKEY W$
2120 IF N<33 THEN 2050
```



A képernyőn az előállítást tanulmányozhatjuk (több sor kiírása az adatmező túlcsoordulása miatt nem lehetséges):

A STIRLING-FORMULA, N! SZÁMITÁSA

A KÖVETKEZŐ FORMULÁT HASZNÁLJUK:

$$N! = \sqrt{2\pi N} \cdot \left(\frac{N}{e}\right)^N \cdot \left(1 + \frac{1}{2N}\right)$$

A KÖZELÍTÉS JOSSÁGÁT AZ 'ORDO' FÜGG-  
VENNYEL FEJEZHETJÜK KI:  $O(1/N)$ .

N	N!	N! KÖZELÍTÉSE	HIBA
1	1.000000E+00	1.383206E+00	27.70%
2	2.000000E+00	2.396755E+00	16.62%
3	6.000000E+00	6.808911E+00	11.88%
4	2.400000E+01	2.644445E+01	9.24%
5	1.200000E+02	1.298211E+02	7.57%
6	7.200000E+02	7.692514E+02	6.40%
7	5.040000E+03	5.336138E+03	5.55%
8	4.032000E+04	4.239630E+04	4.90%
9	3.628800E+05	3.795111E+05	4.36%
10	3.628800E+06	3.778630E+06	3.97%
11	3.991680E+07	4.141634E+07	3.62%
12	4.790016E+08	4.955078E+08	3.33%
13	6.227021E+09	6.425210E+09	3.08%
14	8.717829E+10	8.975604E+10	2.87%
15	1.307674E+12	1.343778E+12	2.69%
16	2.092279E+13	2.146456E+13	2.52%
17	3.556874E+14	3.643586E+14	2.38%
18	6.402374E+15	6.549827E+15	2.25%
19	1.216451E+17	1.243000E+17	2.14%
20	2.432902E+18	2.483356E+18	2.03%
21	5.109094E+19	5.210025E+19	1.94%
22	1.124001E+21	1.145200E+21	1.85%
23	2.585202E+22	2.631849E+22	1.77%
24	6.204484E+23	6.311791E+23	1.70%
25	1.551121E+25	1.576879E+25	1.63%
26	4.032915E+26	4.077318E+26	1.57%
27	1.086887E+28	1.105634E+28	1.51%
28	3.048883E+29	3.094106E+29	1.46%
29	8.841762E+30	8.968399E+30	1.41%
30	2.652529E+32	2.689257E+32	1.37%
31	8.222839E+33	8.330356E+33	1.32%
32	2.631308E+35	2.665472E+35	1.28%

Növekvő N-ek esetén a relatív hiba csökken. A "főmenü"  
2. feladatában speciális számelméleti problémákat fogalmaz-

tan meg és dolgoztam ki. Az "almenü" elején a 2-es, a 10-es és a 16-os számrendszerek közti konverziót oldottam meg. Mindegyik átszámítási művelet tetszőleges sokszor ismételhető. A felhasználó által megadott számot a program átváltja a kívánt számrendszerbe - a szükséges információk egyidejű kiírásával. A tizes számrendszerből akettes számrendszerbe a következő programrész végzi az átalakítást:

```

2500 PRINT "TIZESRŐL KETTESRE"
2510 B$="": INPUT " 10 --> 2 ";D
2520 A=D
2530 : D=D/2
2540 : IF D=INT(D) THEN B$="0"+B$: ELSE B$="1"+B$
2550 D=INT(D): IF D>0 THEN 2530
2560 PRINT "B$ "B$
2570 PRINT "ISMETEL?": GETKEY W$
2580 IF W$="I" THEN 2500

```

Ellenkező irányba a következő utasítások állítják elő az eredményt:

```

2640 PRINT "KETTESRŐL TIZESRE"
2650 D=0: INPUT " 2 ---> 10 ";A$
2660 FOR C=0 TO LEN(A$)-1
2670 : IF ASC(MID$(A$,C+1,1))=48 THEN 2690
2680 : D=D+2*(LEN(A$)-C-1)
2690 NEXT C
2700 PRINT "D "D
2710 PRINT "ISMETEL?": GETKEY W$
2720 IF W$="I" THEN 2640

```

A tizesről a tizenhatos számrendszerbe történő átszámítás utasításai:

```

2780 PRINT "TIZESRŐL TIZENHATOSRA"
2790 H$="": INPUT " 10 ---> 16 ";D
2800 : H=INT(D/16): H$=D-H*16
2810 : IF H<10 THEN H$=CHR$(H+48)+H$: ELSE H$=CHR$(H+55)+H$
2820 : D=H: IF H<>0 THEN 2800
2830 PRINT "H$ "H$
2840 PRINT "ISMETEL?": GETKEY W$
2850 IF W$="I" THEN 2780

```

A visszafelé történő átalakítást a következő programrész végzi el:

```

2910 PRINT "E TIZENHATOSRÓL TIZESRE"
2920 T=0: INPUT " Is ---> 10 ";Ts
2930 FOR I=1 TO LEN(Ts)
2940 : J=(MID$(Ts,I,1)): K=ASC(J)
2950 : IF K>47 AND K<58 THEN J=VAL(J)
2960 : IF K<64 AND K<71 THEN J=ASC(J)-55
2970 : T=T+J+10*(LEN(Ts)-I)
2980 NEXT I
2990 PRINT "T"
3000 PRINT "E ISMETEL?": GET$Ev, W$
3010 IF W$="I" THEN 2910

```

E sorozat 5. feladata a prímszám előállító program.

Eredetileg FORTRAN fordítóval BULL-GAMMA gépen futtattam még a '70-es években Debrecenben. Ebből a formából készült ez az átírás. Egyik érdekessége az előállításához szükséges négyzetgyökvonás - ami egyébként SQR függvénnyel végezhető - ki-kerülését a 3240 és a 3250 sorokban közelítéssel végeztem el:

```

3190 F(2)=2: F(3)=3: K0=5: KG=2
3200 FOR J=4 TO 139
3210 : F(J)=K0
3220 : PRINT USING "#####";F(J-2);
3230 : K0=K0+2
3240 : KG=(KG+K0/K0)/2
3250 : K0=(K0+K0/K0)/2
3260 : K=2
3270 : K=K+1: IK=F(K)
3280 : IF IK*INT(K0/IK)=K0 THEN 3230
3290 : IF IK<K0 THEN 3270
3300 NEXT J

```

Az eljárás alap gondolatát a felhasználó képernyőről olvashatja le, az előállított primekkel együtt:

PRÍMSZÁMOK ELŐÁLLÍTÁSA

AZ ELJÁRÁS ALAPGONDOLATA, HOGY AZ ELSŐ PRÍMSZÁM, A 2 ISMERT, ES ENNEK FELHASZNÁLÁSÁVAL A TOBBI PRÍMSZÁM IS MEGHATÁROZHATÓ A KÖVETKEZŐ MÓDON:

VALAMENNYI PARATLAN SZÁMRA A 2 UTÁN MEGNEZZÜK, HOGY OSZTHATÓK-E AZ ELJÁRÁS SORÁN EDDIG MEGHATÁROZOTT AZON PRÍMSZÁMOKKAL, AMELYEK NEM NAGYOBBAK A SZÁM NÉGYZETGYÖKÉNEL.

## AZ ELSŐ 136 PRIMSZÁM:

2	3	5	7	11	13	17	19
23	29	31	37	41	43	47	53
59	61	67	71	73	79	83	89
97	101	103	107	109	113	127	131
137	139	149	151	157	163	167	173
179	181	191	193	197	199	211	223
227	229	233	239	241	251	257	263
269	271	277	281	283	293	307	311
313	317	331	337	347	349	353	359
367	373	379	383	389	397	401	409
419	421	431	433	439	443	449	457
461	463	467	479	487	491	499	503
509	521	523	541	547	557	563	569
571	577	587	593	599	601	607	613
617	619	631	641	643	647	653	659
661	673	677	683	691	701	709	719
727	733	739	743	751	757	761	769

A hatodik feladatban - 2 szám legnagyobb közös osztóját kétféleképpen állítom elő. A felhasználó által megadott számok legnagyobb közös osztójának előállításí idejét láthatjuk a képernyőn. Vizsgálhatjuk, hogy "közele" vagy "távoli" számok megadása esetén melyik algoritmus a gyorsabb:

```

3410 INPUT "A,B"; A?,B?:A,B
3420 A1=A: A2=B: T1#="000000"
3430 IF A=B THEN 3460
3440 IF A>B THEN A=A-B: ELSE B=B-A
3450 GOTO 3430
3460 GOSUB 3500
3470 LIST 3430-3450
3480 A=A1: B=A2: T1#="000000"
3490 IF B>A THEN X=A: A=B: B=X
3500 IF B=0 THEN 3520
3510 X=A-INT(A/B)*B: A=B: B=X: GOTO 3500
3520 GOSUB 3500
3530 LIST 3490-3510
3540 PRINT "T1 ISMETEL?"; GETK: W#
3550 IF W#="I" THEN 3410: ELSE RETURN
3560 D=T1: PRINT "A1*ES*A2*LEH-D-JA"
3570 PRINT "AZ ELJARAS IDEJE D/60*SEC."
3580 RETURN

```

Többször lefuttatva ezt a programrészt, észrevehető, hogy bizonyos esetekben az egyszerűbb algoritmus gyorsabban dolgozik, mint az "ügyesebb és okosabb" párja! A második feladatsor befejezéseként N szám permutációjának előállítását mutatom be.

```

3750 FOR J=1 TO 4: X(J)=J: Y(J)=J: NEXT J
3760 S=9: O=1
3770 : CHR ,0,S,"
3780 : FOR J=1 TO 4
3790 : PRINT USING "##":X(J);
3800 : NEXT J
3810 : S=S+1: IF S=15 THEN S=9: O=O+10
3820 : N=1
3830 : N=N+1: K=X(1)
3840 : FOR J=2 TO N: X(J-1)=X(J): NEXT J
3850 : X(N)=K
3860 : IF Y(N)<>1 THEN Y(N)=Y(N)-1: GOTO 3770
3870 Y(N)=N: IF N<4 THEN 3830

```

A megoldás érdekessége, hogy a permutálandó elemek halmazával azonos számosságú a "kapcsolók" halmaza, melynek elemei jelzik a végrehajtandó cseréket. Az eljárás algoritmus és ennek N=4-re történő alkalmazása esetén a penntációk a képernyőre íródnak.

#### PERMUTÁCIÓK ELŐÁLLÍTÁSA

AZ ELJÁRÁS ALGORITMUSA:  
 ELŐSZOR AZ ELSŐ KÉT SZÁMOT CSERELJÜK FEL, AZAZ LEPTETJÜK CIKLIKUSAN BALRA, MAJD AZ EREDETI SORREND HELYREÁLLÍTÁSA UTÁN AZ ELSŐ HÁRMAT STB. AZ ELSŐ K SZÁMOT ÖSSZESEN K-SZOR LEPTETJÜK BALRA, A K-ADIK LEPÉS UTÁN AZ EREDETI SORREND ÁLL VISSZA. EZUTÁN AZ ELSŐ K+1 SZÁMOT CIKLIKÁLJUK STB. AZ Y TOMB ELEMEI MUTATJAK, HOGY HÁNYSZOR KELL HEG LEPTETNÜNK.

#### NEGY ELEM PERMUTÁCIÓI

1	2	3	4
2	1	3	4
2	3	1	4
3	2	1	4
3	1	2	4
1	3	2	4
2	3	4	1
3	2	4	1
3	4	2	1
4	3	2	1
4	2	3	1
2	4	3	1
3	4	1	2
4	3	1	2
4	1	3	2

1	4	3	2
1	3	4	2
3	1	4	2
4	1	2	3
1	4	2	3
1	2	4	3
2	1	4	3
2	4	1	3
4	2	1	3

A "főmenü" 3. feladata az N-edik gyökvonás közelítő eljárásának bemutatása. A felhasználó az algoritmust a képernyőről kapja meg:

AZ N-EDIK GYÖKVONÁS

A KÖZELÍTŐ SZÁMITÁSHOZ A KÖVETKEZŐ  
FORMULÁT HASZNÁLJUK:

$$X_1 = \frac{1}{K} * ((K-1) * X_0 + \frac{A}{X_0^{K-1}})$$

AHOL AZ ALAP 'A', A GYÖKKITEVŐ 'K', A  
GYÖK ELSŐ KÖZELÍTŐ ÉRTEKE 'X0' ES A  
MEGADOTT FORMULÁVAL SZÁMITOTT GYÖK AZ  
'X1'. EZUTAN X1-ET VISSZUK X0 HELYERE  
ES EZT AZ ELJÁRÁST ISMÉTELJUK, AMIG  
KÉT EGYMÁSUTANI KÖZELÍTÉS NEM KERÜL A  
MEGADOTT 'HK' HIBAKORLATHAL KÖZELEBB.

A felhasználó által megadott alap, gyökkitevő és hibakorlát felhasználásával kezdi a program a számolást. Megadottam egy küszöbindexet arra az esetre, ha a kapott gyökök sorozata nem adna konvergens számsorozatot. Ekkor természetesen az eljárás leáll és a program visszatér parancs üzemmódba.

```

4070 PRINT "000 AZ N-EDIK GYÖKVONÁS"
4080 INPUT "000 A=? ,K=? ,HK=":A,K,HK
4090 IF ABS(A)<1E-30 THEN 4070
4100 IF ABS(A)>1 THEN X0=A/2: GOTO 4120
4110 X0=.5
4120 J=0: L=444: PRINT"000 I SZAMOLOK!"
4130 X1=((K-1)*X0+A/(X0^(K-1)))/K
4140 J=J+1: IF J=>L THEN PRINT"NEH KONVERGALT": GOTO 4170
4150 IF ABS(X1-X0)>HK THEN X0=X1: GOTO 4130
4160 CHAR ,1,9,STR$(K)+"-IK GYOK"+STR$(A)+"=" +STR$(X1)
4170 CHAR ,2,11,"A LEPESSZAM="+STR$(J)
4180 CHAR ,2,13,"ISMETEL?": GETKEY W#
4190 IF W#="1" THEN 4070

```



A feladat tetszőlegesen sokszor ismételhető. Erdemes kipróbálni a programot negatív és törtekűvel, valamint negatív alap esetén is!

A főmenü 4. feladata a binomiális együttható kiszámítása.

```

4250 PRINT "BINOMIALIS EGYÜTTHATO"
4260 INPUT "N=?,K=?":N,K
4270 IF N<0 OR K<0 THEN 4250
4280 IF K>INT(N) THEN 4250
4290 IF N<>INT(N) THEN 4250
4300 N=N-1: X=N: Y=K
4310 IF N=K THEN K=N-K
4320 IF K=0 OR K=N THEN 4370
4330 N=N/K
4340 : N=N-1: K=K-1
4350 : IF K=0 THEN 4370
4360 : N=N*N/K: GOTO 4340
4370 PRINT "ALATT":Y="N"
4380 PRINT "ISMETEL?": GETKEY W$
4390 IF W$="I" THEN 4250

```

A program a felhasználótól kéri a számításához szükséges N és K számokat, majd megvizsgálja ezeket, amennyiben nem megfelelőek, úgy új számokat kér.

A számítás gyorsítása végett felhasználok a 4310-es sorban a következő összefüggést:

$$\binom{N}{K} = \binom{N}{N-K},$$

továbbá K=0, illetve K=N esetén azonnal kiíratom az 1 végeredményt. Másik ötletem - ami az esetleges túlszordulás ellen véd, nagy N esetén - a 4340 és 4360-as sorokban található meg. A feladat tetszőlegesen sokszor ismételhető. Az utolsó feladat a egyismeretlenes egyenlet közelítő megoldása. A témáról a képernyőtartalom ad tömör útbaigazítást a felhasználónak.

AZ EGYISMERETLENES EGYENLET GYOKE

LEGYEN AZ  $X \mapsto F(X)$  FÜGGVÉNY ERTELMEZVE AZ  $[a; b]$  INTERVALLUMON, LEGYEN FOLYTONOS ES DIFFERENCIÁLHATO. LEGYEN ADVA AZ  $F(X)=0$  EGYENLET. HOZZUK  $X=B(X)$  ALAKRA, HA A GYOK KÖRNYEZETÉBEN IG  $|X| < 1$ , AKKOR A GYOK MEGHATÁROZÁSA A KÖVETKEZŐ MÓDON TÖRTEHET:

KIVALASZTJUK AZ ERTELMEZESI TARTOMÁNY  
 $x=x_0$  HELYET ES KISZAMITJUK  $x_1$  ERTEHET  
 AZ  $x=G(x)$  OSSZEFUGGESBOL. EZT AZ EL-  
 JARAST ISMETELJUK, AMIG KET EGYMASU-  
 TANI KOZELITES NEM KERUL A MEGADOTT  
 "K" HIBAKORLATIHAL KOZELEBB.

A következö listáról látható, hogy a gép a 4610-es programsorban STRING formában kéri a G(X) kifejezést (léves beírás esetén lehetőséget adok a hiba javítására). A mindenkor G(X) numerikus formába történi átalakítását gépi kódú rutin végzi és az eltárolást a 4680-as programsornak megfelelö memóriacímre a 4680-as utasítás végzi el.

```

4600 PRINT "KÉRJÜNK AZ EGYENLETNEGOLDAS"
4610 INPUT "G(X) = ?"; G(X); "X="; X
4620 PRINT "KÉRJÜNK BEÍRNI A KEZDŐ ÉRTÉKET?"
4630 GETKEY W$: IF W$ < "M" THEN 4600
4640 POKE 239,3: POKE 1319,19
4650 POKE 1320,13: POKE 1321,13
4660 PRINT CHR$(147)"ABÖÖDEFFNA(X)="X$":RETURN
4670 PRINT "GOTO4680": SYS 34578
4680 INPUT "KÉRJÜNK BEÍRNI A GYÖKöt="; X
4690 PRINT "KÉRJÜNK BEÍRNI A SSZ="; A: GYÖK= X: ELTERES=0
4700 GOSUB 4600
4710 J=0
4720 : X1=FNA(X): J=J+1
4730 : PRINT USING " : ###": J
4740 : PRINT USING " : -0.#####1111": X1
4750 : PRINT USING " : -0.#####1111":ABS(X1-X)
4760 : GETKEY W$: IF W$="T" THEN 4790
4770 : X=X1
4780 GOTO 4720
4790 PRINT "KÉRJÜNK BEÍRNI A GYÖKöt BEÍRNI A KEZDŐ ÉRTÉKET?"
4800 GETKEY W$: IF W$="I" THEN 4680
4810 PRINT "KÉRJÜNK BEÍRNI A GYÖKöt BEÍRNI A KEZDŐ ÉRTÉKET?"
4820 GETKEY W$: IF W$="I" THEN 4600
    
```

4860 DEFFNA(X)=SIN(X):RETURN

A gép a 4680-as sorban kéri az egyenlet gyökének kezdö értékét. Ezután kezd az iterációs ciklus (4720...4780) mdködni és a kapott  $x_1, x_2, \dots$  értékeket folyamatosan megjeleníteni addig, amíg le nem nyomjuk a T-betű billentyűjét. Ez esetben lehetőség nyílik másik gyökkel kezdeni újabb iterá-

ciót, vagy másik egyenlet megoldását kérni. A program futtatásához néhány egyenletet ajánlok. Igen szemléletes a  $-x + \cos x = 0$  egyenlet gyökének keresése. Célszerű a 0,5 kezdő értéket választani a gyök keresésekor ( $x \approx 0,738$ ).

Második feladatként az  $x^2 - 3 = 0$  egyenletet válasszuk! Ezt  $x = x^2 + x - 3$  alakra hozhatjuk. Az  $x = 1,7$  hely környezetéből indulva nem kapunk a gyökre konvergáló sorozatot. Ez természetes, hiszen nem teljesül a szükséges feltétel. Szorozzuk be egy alkalmasan választott konstanssal az eredeti egyenletet és így a következő egyenletet kapjuk:

$$x = x + \frac{1}{12} (x^2 - 3).$$

Ekkor a  $-1,7$ -et célszerű kezdő értéknek választani. Ha a konstans  $-\frac{1}{6}$ -nak választjuk, akkor a pozitív ( $1,732$ ) gyököt kapjuk meg. Igen érdekes eredményeket ad a  $-ax^2 + ax - x = 0$  egyenlet megoldása.

Divergencia esetén általában célhoz vezet a  $G(X)$  inverzének előállítására és beírása.

Ezt a programot az elmúlt kiképzési évben már használtam. Lefuttatása eredményesnek mutatkozott. Jól kiegészítette a tanári magyarázatot, a hallgatók a működő programot tanulmányozhatták, és ez az elméleti anyag elmélyítését is szolgálta. Szükség esetén - tovább fejlesztve - átírom IBM PC-re, ha az oktatás technikai feltételei ezt lehetővé teszi. Programom tanulmányozásához és esetleges felhasználásához az olvasónak minden szükséges segítséget megadok és ehhez sok sikert kívánok!

FELHASZNALT IRODALOM

1. / Dr. Szász Pál: A differenciál- és integrálszámítás elemei (1950.)
2. / Dr. Hajós György: Bevezetés a geometriába (1965.)
3. / Dr. Rényi Alfréd: Valószínűségszámítás (1989.)
4. / Fekete István: Matematika és számítástechnika (1985.)
5. / Dr. Úry: Commodore plus 4 felhasználói kézikönyv (1988.)
6. / Kármán - Biot: Matematikai módszerek (1962.)
7. / Besenthal - Muus: Plus/4 kézikönyv (1989.)
8. / Mikroszámítógép magazin
9. / Középiskolai Matematikai Lapok
10. / C újság

A TESTNEVELÉSI TANSZEK ADMINISZTRÁCIÓS MUNKÁJÁNAK  
SEGÍTESE SZÁMÍTÓGÉPES ESZKÖZÖKKEL

A korszerű számítógépek alkalmazási köre az egész világon napról napra bővül. A tanszéki munka szinte minden területén is egyre inkább lehetőség nyílik alkalmazására. Az első számítógépünket 1989 szeptemberében kaptuk, amihez fokozatosan szeretnénk a hardvert és a software-t fejleszteni. Ez természetesen magával hozza a bürokrácia csökkentését, munkaidő megtakarítást, valamint megvalósulhat a tanszéki munka tökéletes naprakészsége. Az alkalmazás kínáló iránymai:

1. / A képzés területén:

Tematikák, óravázlatok, felmérési lapok (előtérben a négyéves képzés igényei) megírása, eltárolása.

2. / A tömegsport területén:

Versenykiírások, versenyjegyzőkönyvek, sorsolási táblázatok elkészítése.

3. / A tudományos kutatásban:

Adatok nyilvántartása, feldolgozása matematikai - statisztikai eszközökkel. Grafikonok, kimutatások rajzolása, szerkesztése. Tudományos publikációk szerkesztése.

A tanszék rendelkezésére álló hardvere eszközök:

Commodore 64 számítógép,  
Commodore 1541-II. lemezegység,  
PHILIPS BM computer monitor,  
CITIZEN 120 D nyomtató,  
Quick SHOT típusú joystick.

A tanszék rendelkezésére álló software eszközök:

GEOS programcsalád, ami szövegszerkesztő, grafikai, táblázatkezelő, kiadványszerkesztő segédprogramokat tartalmaz.

#### A KONKRET ALKALMAZÁSI TERÜLETEK FELADATAI

A kiképzés területén a legnagyobb segítséget a tematikák és az óravázlatok elkészítésénél kapjuk a számítógéptől. A GEOS - programcsalád szövegszerkesztőjében lehetőség van a tematika - óravázlat blokkok kialakítására és eltárolására. Ezek tetszés szerinti behívásával, az állandó részek kijelölésével, a blokkok variálásával, írás nélkül szerkeszthetünk szép kinyitól, tartalmas óravázlatokat és tematikákat.

Természetesen lehetőség van az elkészített kiképzési anyagok kinyomatására, ha az szükséges. A kinyomatás történhet a rendelkezésre álló CITIZEN 120 típusú nyomtatón számítógépes leprellőra, vagy sima levél-, illetve irodapírra.

Hatalmas papírköteg felhalmozódást szüntethetünk meg a kiképzési munkában, ha a felhasználandó nyomtatványokat mágneses lemezen (floppy disk) tároljuk. Például egy szakon belül, egy évfolyam, egy éves tematika és óravázlat tartalma elfér egy darab 5 1/4 inch-es lemezen, amelynek mérete százdrésze annak, mintha ugyanezt a nyomtatványokat papíron tárolnánk.

A tömegsport területén is jól hasznosítható a számítógép által nyújtott segítség. A versenyek, főiskola bajnokságok versenykiírásait, versenyjegyzőkönyveit előre, klisé formájában el lehet készíteni. Közvetlenül a kiadás előtt csak aktualizálni kell az időpontokat és az esetleges vál-



kozásokat. Ezzel jelentős időmegtakarítás érhető el, mert nem kell minden évben előlről kezdeni a nyomtatványok szerkesztését, hanem azok pillanatok alatt nyomdakész formában sokszorosíthatók.

A főiskolai csúcseredmények nyilvántartásában is fontos szerepet kap a számítógépes adattárolás.

A GEOS-programba integrálható PRINTMASTER segédprogrammal nagyméretű figyelemfelhívó sportplakátok is készíthetők, amelyekkel a tömegsport események reklámozását, népszerűsítését végezhetjük el. Legkiterjedtebben a tudományos kutatómunkában alkalmazható a számítógép. A GEOS-programcsalád két kiemelkedő programjával kényelmesen kezelhetők a felmerülő problémák. A GEOPAINT-programmal kiváló minőségben készíthetők grafikonok, diagramok (kör, oszlop formátumban), grafikus táblázatok. Mint a szövegszerkesztő esetében, itt is lehetőség van a kész grafikonok, rajzok eltárolására, vagy ábrák akármelyik állandó részletének rögzítésére. Azt a nyomtatási lehetőséget, amit ez a grafikai program tud, eddig csak nagygépes rendszereken lehetett elérni.

Még egy extra szolgáltatást is biztosít ez a grafikai program. Az elkészült ábrákat, grafikonokat össze lehet szerkeszteni a szövegszerkesztővel készült anyagokkal, és így magas színvonalú kiadványok előállítását teszi lehetővé.

Az adattárolás, adatfeldolgozás legmodernebb formája a táblázatkezelő rendszerekben (spreadsheet) valósul meg. A GEOS rendszerében ez a táblázatkezelő a GEOCALC segédprogram. Az állandó naprakész adattárolás mellett, az adatokkal - nagy számuk ellenére is - bármilyen matematikai-statisztikai számítás gyorsan és áttekinthetően elvégezhető. A nyomtatás szép kivitelben itt is végrehajtható.

A tudományos kutatómunka évek során felhalmozódó adat-tömege kis helyen, könnyen elérhetően, külön szempontok szerint tárolható és lekérhető akár a képernyőre, akár a nyomtatóra. A software kompatibilitását bizonyítja, hogy más szöveg, - grafikai - táblázatkezelő rendszerekkel adatcsere, adatszolgáltatás megvalósítható. Ezzel más kutatócsoportokkal is lehetőség nyílik az eredményes együttműködésre.

#### A SZÁMÍTÓGÉPES MUNKA FEJLESZTESÉNEK LEHETŐSÉGEI

A továbblépés lehetőségei hardver és software úton is nyitottak. A tanszék tudományos kutatómunkája előreláthatólag több évig eltart. Az adatok nagy száma a kutatás végére egy nagyobb sebességű processzorral működő számítógép alkalmazását indokolja a feldolgozás folyamatában. Ugyancsak előrelépést jelentene, ha a kutatócsoport többi tagja is önálló adatbevitelt, lekérdezést és statisztikai számításokat végezhetne.

Software téren az IBM kompatibilis PC-re, színvonalas, tudományos rangú adatbáziskezelők léteznek. Ezek közül a tanszék számára a választást csak az anyagi keretek szabta lehetőségek határozzák meg. Esetlegesen, amennyiben nem találunk adekvát programot a kutatás számára, úgy igénybe vehetők a különböző számítástechnikai cégek szolgáltatásai, amelyek igény szerinti speciális programok megírására is vállalkoznak a megrendelő számára.

Az eltelt év folyamán - amióta számítógéppel segítjük a tanszék munkáját - megpróbáltuk alkotó módon felhasználni a modern technikát a mindennapi életben. Eközben számos buktatóval és korláttal is találkoztunk. Reméljük, a jövőben e problémákat sikerül megoldanunk és a számítógépet, lehetőségei teljes kihasználásával, beilleszthetjük a tanszéki munkaeszközök sorába.

PREKONCEPCIÓ VEZETŐI EMBERKÉP  
VIZSGALATAHOZ

Előfelvetés: A vezetési stílus lényeges összetevője a szervezetben kialakult "emberkép", mert meghatározza a vezetők és beosztottak interakciójának módját, tartalmát, lehetőségeit, módszereit.

Kérdés: Milyen a Magyar Honvédségben kialakult emberkép, van-e és milyen mértékű az eltérés vezetési szintenként és fegyvernemenként, és ez hogyan befolyásolja a vezetési stílust.

Alapvetés: A vizsgálat Mc Gregor X-Y elméletén nyugszik. Ennek lényege; a vezetéselméleti irányzatok két eltérő emberképet alkottak. A klasszikus irányzatra az elárendelt, a paternalisztikus, gazdasági ember, a szigorúan hierarchizált, távolságtartó viszony a jellemző, és egyoldalú meghatározottság a vezető oldaláról.

A Human Relations a fejlődő, az aktív, önálló embert tételezi, akinek szükségletei vannak, és ezek hierarchikusan egymásraépülve motiválják cselekvését. A vezető, beosztott kapcsolatára az érdekezésség, és együttes cselekvés a jellemző.

A Közgazdaságtudományi Egyetem Vezetési és Szervezési Tanszékének munkatársai 1983-tól foglalkoznak a vezetői emberkép és vezetési stílus kutatásának kérdéseivel. Az általuk kialakított kérdőív és módszer adaptálásával vizsgálom a katonai szervezet emberképét, mert így hazai kutatási eredményekkel meglévő összhang és eltérés vizsgálatára van lehetősége. (Megjegyzés 1.)

A kérdőív (1. sz. melléklet) 9 kérdéssel, az X és Y elmélet állításait egymással párhuzamosan állítva tartalmazza az emberkép legfontosabb összetevőit: az 1. kérdés az egyén munkához való viszonyára, 2. a motiválás forrására, 3. a leghatékonyabb ösztönzésre, 4. az egyén ambíciójára, 5. az irányításhoz való viszonyára, 6. az emberi aktivitásra, a 7. az ember és közösség kapcsolatára, a 8. az egyén önértékelésére, és a 9. az alkotóképességre irányul.

A skálán az 1-es az X-elméletre, a klasszikus iskola emberfelfogására, a 8-as az Y-elméletre, a Human Relations által preferált nézetrendszerre vonatkozik. A választással a kérdőívet kitöltők azt döntik el, hogy adott kérdésben mely felfogás áll közelebb hozzájuk.

#### A mintavétel tapasztalatai

A kutatáshoz a prekoncepció árnyaltabb elkészítéséhez a kérdőívet 27 fő töltötte ki. Közülük 18 fő vadászrepülő századoknál, 9 fő a főiskola alegységeinél teljesít szolgálatot. A kérdőív tanfolyami hallgatók részére lett kitöltésre kiadva. Tanórán értékeltük az eredményt, hogy ki-ki tisztában legyen saját "emberképével".

A lehetséges válaszokat ( $27 \times 9 = 243$ ) értékelve - miként azt az 1.sz. táblázat mutatja - megállapíthatjuk, hogy jelentős mértékben hasonló mutatókat kapunk, mint az egyetemi vizsgálat esetében.

A kilenc kérdésből négynek az egyetemi vizsgálattal azonos a módusa - 1; 4; 8; 9. - másik négy közvetlenül egymás mellett van - 2; 3; 5; 6. - és egy kérdés esetében - 7 - van egymástól távolabb a két módus.

Ha két vizsgálat összesített eredménytáblázatát nézzük, akkor mindkét esetben az E-ös skálafokozatra esik a módus. (Az összehasonlítás adatai a hivatkozott cikkben találhatóak).

1. számú táblázat

### GYAKORISÁGI VÁLASZOK MEGOSZLÁSA

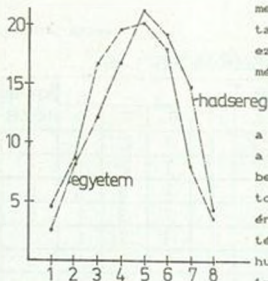
Kérdés	Skálafokozat								Egyetemi módus
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1	-	2	3	8	7	6	-	5
2	-	3	4	7	7	2	3	1	4
3	-	3	2	6	2	1	8	5	6
4	-	3	4	4	5	7	3	1	6
5	1	3	3	7	6	3	3	1	3
6	-	2	3	3	6	7	5	1	5
7	-	1	4	1	8	9	3	1	4
8	3	3	7	6	3	4	1	-	7
9	1	1	1	5	7	7	4	1	5
összesen:	6	20	30	42	52	47	36	11	5
saját%	2.46	8.23	12.34	16.87	21.39	19.34	14.81	4.52	5
egyetemi%	4.52	8.56	16.97	19.75	20.2	18.14	8.18	3.68	5

A vezetői emberképre adott összes válasz gyakorisági eloszlása - mindkét vizsgálat esetében hasonló módon írható le. Viszonylag gyors emelkedés a módusig, majd hasonló csökkenés. Az 1. számú táblázat utolsó két sorának grafikus megjelenítése egyértelműen mutatja az azonosságot, de a különbséget is annyiban, amennyiben a próba felvétel eredménye kis arányú eltérést jelent a humán (8-as) irányba.

Egyéb különbségekre is oda kell figyelni. A 3-as kérdés esetében a saját mérésnek két módusa van, mégpedig a 4-es és a 8-as skálafokozatnál (lásd a táblázatot). Ez a kérdés az ösztönzésre vonatkozik, és sajátosan mutatja be a katonai szervezetre jellemző viszonyokat - valamiféle kettősséget -.



amely szerint a leghatásosabb ösztönző a magasabb kereset és a büntetés kilátásba helyezése, míg hasonló irányban jelenik meg a megbecsülés és a munka tartalmi gazdagítása. Végül is ez van közelebb az egyetemi mérés eredményéhez is.



Két fokozatnyi az eltérés a 7-es kérdés esetében és ebben a saját eredmények a humán emberkép felé mutatnak. Ez az eltolódás általában is tettenérhető, mert az eltérések esetében a katonák emberképe a humán irányba tolódik el. Ha 1-4-ig és 5-8-ig összegezzük a százalékos válaszokat, akkor X 37,44-62,56 Y eredményt kapunk a katonák és X 47,8-52,22 Y az egyetemi mérés összevetésekor, amely 10 %-os eltérést jelent humán irányba.

Eltérés van a jellegzetes vezetői típusok arányaiban is. A következő táblázat %-os összehasonlításban mutatja be.

	X	átmeneti	Y
Egyetem	30,62	39,92	29,46
Saját	14,81	40,74	44,45

2.sz. táblázat a jellegzetes vezetői emberképről

Az eltérés olyan jelentős és jellegzetes, hogy a magyarázat is egyértelmű, és a korábban tett megállapítással összecsengő, azaz a hadseregben a felvétel adatai szerint



egyértelmű az eltolódás a Human Relations emberképe felé.

Az X; átmenti; Y besorolás alapja az, hogy az egyén 9x8=72 skálapozíciót jelölhet.

X-érték besorolás	9 - 35
átmeneti érték besorolás	36 - 45
Y-érték besorolás	46 - 72

A tandrai felvétel és értékelés további különbségekre hívta fel a figyelmet. Az egyik alakulathoz tartozók 39,83, a többiek 43,00, míg a főiskolán szolgálatot teljesítők 48,5 átlag-skálapozíciót értek el, és ez érdemessé teszi a különbségek okainak részletesebb vizsgálatát.

#### Összegzés:

A mintafelvétel végleges megállapításokra nem ad lehetőséget. Ugyanakkor megmutatta, hogy a Közgazdaságtudományi Egyetem által alkalmazott kutatási eljárás a hadseregben is használható. Felhívta a figyelmet arra, hogy érdemes fegyvernemenként, ezenkívül egységenként, továbbá vezetési szintként is külön elemezni a vezetői emberkép változását. Ezek mellett kor és iskolai végzettség, szakmai beosztás szempontokat is figyelembe kell venni.

Megjegyzés: A probléma vizsgálatával kapcsolatban érdemes elolvasni Máriás Antal Vezetői emberkép és vezetési stílus című cikkét (Közgazdasági Szemle 1989/1.), amelyben részletesen tartalmazza az "emberkép" vizsgálatát elméleti-metodológiai háttérrel, és főbb tapasztalatait. A felvétel eredményét a fenti cikkben közzétett kutatási eredményekhez viszonyítom.

#### FELHASZNALT IRODALOM

1. / Mc.Gregor: X-elmélet: a vezetés és ellenőrzés hagyományos szemlélete. Y-elmélet: az egyéni és szervezeti célok integrációja.  
In: Robert A. Sutermeister: Ember és termelékenység.  
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1966.
  
2. / Maslow A.H.: Elmélet az emberi motivációról.  
In: Robert A. Sutermeister: Ember és termelékenység.  
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1966.
  
3. / Márton József: A stílus és a helyzet összefüggése a vezetésben.  
Vezetéstudomány 1965. 1. szám

1. számú melléklet

Az alant felsorolt kérdések az emberi természetre vonatkoznak. Kérem, hogy a véleménypárokhoz tartozó skálán a megfelelő számjegy bekarikázásával jelölje saját álláspontját. Amikor végighalad a felsoroláson, ne egy vagy néhány konkrét személyre gondoljon, hanem általánosítsa tapasztalatait. Semmiképpen se önmagát jellemezze. Az emberi természetről kialakított felfogása érdekel.

1./ A legtöbb emberben veleszületett idegenkedés van a munkával szemben és csupán szükségességes rossznak tekinti.

A legtöbb embernek a munka olyan, mint a játék a gyermeknek: kedveléssel benne és szívesen dolgozik.

1 2 3 4 5 6 7 8

2./ A legtöbb ember önmagát irányítja és ellenőrzi, ha a vállalattal elkötelezte magát.

A legtöbb ember szoros irányítással, szigorú ellenőrzéssel lehet leginkább munkára készíteni.

8 7 6 5 4 3 2 1

3./ A leghatásosabb munkára ösztönző eszköz a magasabb kereset és a büntetés kilátásba helyezése.

A leghatásosabb ösztönző eszköz (természetesen bizonyos keresetet feltételezve) a megbecsülés és a munka tartalmi gazdagítása.

1 2 3 4 5 6 7 8

4. / Az ember természetes tulajdonsága az ambíció és a kiemelkedő teljesítmény elérésére való törekvés.
- 8 7 6 5 4 3 2 1
5. / A legtöbb ember szereti, ha irányítják, és igyekszik kibújni a felelősség alól.
- 1 2 3 4 5 6 7 8
6. / Az embereket cselekvő aktivitás jellemzi.
- 8 7 6 5 4 3 2 1
7. / A legtöbb ember önző és magánakvaló.
- 1 2 3 4 5 6 7 8
8. / Az emberek belátók, rendszerint nem követelnek indokolatlan előnyöket önmaguk számára.
- 8 7 6 5 4 3 2 1
9. / A legtöbb ember maradi, nincs fantáziája és idegenkedik a változásoktól.
- 1 2 3 4 5 6 7 8
- A legtöbb embernek kevés az ambíciója és leginkább nyugalomra, biztonságra vágyik.
- A legtöbb ember szereti az önállóságot és a felelősséget is szívesen vállalja.
- A legtöbb ember közönyös és passzív.
- Az emberek segítőkészek és közösségi életre vágyanak.
- A legtöbb ember hajlamos ésszerűtlen követeléseket támasztani saját kezesével kapcsolatban.
- Az emberek találékonyak, leleményesek és szívesen mozditják elő a fejlődést.

Tóth Sándor órnagy adjunktus  
A DÖNTÉSI FOLYAMAT ELMELETI VIZSGÁLATA

A társadalom politikai-hatalmi rendszere leginkább döntések formájában fejeződik ki. Tahát nem meglepő, hogy a döntések elemzése mindig is egyik központi kérdése volt a politikaelméletnek, csakúgy, mint a különböző társadalomtudományoknak. A döntéseméleti (praxeológiai), az igazgatástudományi, a szervezetszociológiai, szociálpszichológiai, vezetéseméleti és újabban a játékelméleti vizsgálatok tekintették fontos feladatuknak a döntések és a döntési mechanizmus vizsgálatát.

A szervezetek politikai-irányítási szintjének problémái a szervezetek szociológiájának, illetve a szervezetek elméletének viszonylag jól elhatárolható részén, az ún. döntésemletekben kerülnek tárgyalásra. A szociológiában a döntések társadalmi strukturális meghatározottsága a fő téma, a szervezetek elméleteire (rendszerelméletre, kibernetikára) viszont a döntések racionális-formális törvényei felismerésére irányuló törekvések a jellemzőek. Csak a két nézőpont egyesítésével lehet reális szervezetfejlesztési koncepciókat kidolgozni. <sup>(1)</sup> A szociológiai aspektus biztosítja a szervezeti stabilitást meghatározó társadalmiság érvényesülését, a szervezeteleméleti megközelítés pedig állandóan ösztönöz a szervezeti fejlesztésre, az innovációra.

Elméleti alapvetések

A döntés legáltalánosabb értelemben alternatívák közötti választás

Az emberi tevékenység nélkülözhetetlen összetevője, az alternatívák közti választás, a döntés. Minden társadalmi

viszonyban az egyén számára többféle döntési alternatíva létezik, s ezek között az alternatívák között az egyén választ. Az alternatívák társadalmi viszonyhoz és szituációhoz kötötten konkrétak.

A konkrét alternatívák társadalmilag és történelmileg meghatározott objektív mozgástérben vetődnek fel. A hétköznapi lét alternatívái közötti választás céltételezés formájában valósul meg. Az objektíve lehetséges konkrét alternatívák közötti választás, céltételezés alternatívák között választó döntéseket indít el.

A társadalmi folyamatokban és az ahhoz kötődő személyközi (interperszonális) viszonyokban születő döntések összekapcsolódnak más személyek, alternatívák között választó célkitűző döntéseivel.

Az egyének, csoportok, szervezetek és intézmények döntései objektív korlátai mások döntéseinek. A mindennapi lét konkrét alternatívái nemcsak szituációhoz kötötten objektívek és konkrétak, hanem hierarchizáltak is. Hierarchizáltságuk azzal függ össze, hogy az egyes döntési alternatívák soha nem egyenlő értékek. Sőt, az értékelési alap megválasztásától függően más-más alternatívát tekintünk helyesnek, kívánatosnak.

A mindennapi egyéni célkitűzések mellett megkülönböztetjük a másodlagos teleologikus tételezéseket, mint olyan döntéseket, amelyek tárgya másik ember vagy csoport, akiket a választott célnak megfelelő, és a cél elérését megvalósító egyéni döntések meghozatalára kívánnak befolyásolni.

A mindennapi lét döntési mozzanataik - jelentőségük alapján - három fő csoportba sorolhatjuk: -



- 1./ A személyközi (interperszonális) viszonyok egyéni döntései;
- 2./ A társadalmi folyamatokat irányító politikai döntések;
- 3./ A szervezeti döntési folyamatok.

Minden vezetési tevékenység alapvető eleme a döntés. A döntés, mint feladat a vezetési munka minden szakaszában és a vezetés minden szintjén jelentkezik. Bár a vezetés- és a döntésemélet sok képviselője helyezi a döntést a vezetési funkció középpontjába, mégsem azonosíthatjuk a vezetést a döntéssel. Ismertek azonban a vezetést a döntéssel azonosító felfogások is.

A társadalmi és közösségi viszonyokat befolyásoló, alakító döntések ma már szinte minden esetben szervezeti döntések. Ez fordította a döntéseméleti kutatásokat a szervezeti döntések felé. A szervezeti döntési folyamatok jelentősége tehát a szervezetek elterjedésével állandóan nő. Herbert A. Simon szerint a szervezetek "döntéshozó mechanizmusok", illetve olyan rendszerek, amelyekben a vizsgálódás középpontjába a döntési folyamatok elemzését kell állítani. Felfogásában a szervezeti rendszereknek három állandó funkciója van: a döntéshozatal, a döntések végrehajtása és a végrehajtás ellenőrzése.

A döntés szervezeti magatartás. A döntés, mint eredmény, felfogható szervezeti keretekben összekapcsolt - érdekek és hatalmi viszonyok által meghatározott - magatartások következményeként <sup>(2)</sup>.

A döntések rendszerszerűen összekapcsolódó folyamatok alkotó elemei. Ezért elsősorban a döntési folyamatok, a döntések hierarchizált és egymással összekapcsolt mechanizmusa

tarthat számot a tudományos vizsgálódásokra. Például a politikai hatalom rendszerszerűen összekapcsolódó erőviszonyai, érdekkötöttségei és tagoltsága, ideológiai tartalma és célkitűzései is, nem a döntésekben, hanem a döntési folyamatokban tükröződnek a maguk teljességében.

A döntési folyamatot egyrészt az jellemzi, hogy az alternatívák közötti választást megelőzik a döntésselőkészítő és követik a döntést realizáló tevékenységek. Másrészt az, hogy a döntések hierarchikusan elrendezett döntési mechanizmusokban születtek, annak részeként kapcsolódnak be a döntések láncolatába. Ennek következtében a korábbi és a magasabb szintű döntések korlátozzák a későbbi döntési alternatívákat. A társadalmi feltételek objektív korlátai mellett tehát, a korábbi és a magasabb, az erősebb hatalmi pozícióhoz kötődő döntések a legfontosabb, döntési alternatívákat korlátozó tényezők.

A döntések alternatívászűkítő szerepe mellett megkülönböztetjük a döntési konfliktusokat, amelyek a vertikális és horizontális dimenzióban egyaránt előfordulnak.

A döntési konfliktusok már meghozott döntések tartalmi ütközései, amit vagy a hierarchikusan magasabb pozícióban levő döntés előnyben részesítésével és az ellenkező döntés háttérbe szorításával, vagy újabb - az ütköző döntési tartalmakat kompromisszumban feloldó - döntése meghozatalával lehet kiküszöbölni.

A döntés olyan összetett folyamat, amelynek kizárólag elméletileg elkülöníthető szakaszai vannak:

- 1./ A döntési feladat (igény) felmerülése ("információ arról, hogy dönteni kell");
- 2./ Információszerzés (pontosan meg kell határozni a

problémát);

- 3./ A döntési variánsok kidolgozása (az összes szóba jöhető megoldás kidolgozása);
- 4./ A választás (a szók értelemben vett döntés) a döntési alternatívák között (mérlegelni kell a célt, lehetőségeket, kockázatot és következményeket);
- 5./ A végrehajtás megszervezése; a végrehajtási döntések meghozatala;
- 6./ A döntések végrehajtása;
- 7./ A végrehajtás ellenőrzése, információk visszacsatolása a döntési centrumhoz (az ún. "szervezeti önkontroll mechanizmus" révén).

A döntéshez szükséges feltételek (amely nélkül döntésről nem beszélhetünk):

- a./ az alternatívák objektív léte;
- b./ a döntési szituációhoz kötődő relatív mozgástér;
- c./ a választás felelős vállalásának lehetősége.

A döntéshez szükséges feltételek megléte esetén is hatnak bizonyos döntéskorlátozó tényezők.

Az optimális döntést korlátozó legfontosabb tényezők:

- 1./ A döntéshozók ismereteinek korlátozottsága;
- 2./ A döntés végrehajtásáról, illetve a végrehajtás következményeiről való korlátozott ismeretek.

- 3./ Az optimális variáns megvalósításához szükséges eszközök (anyagforrások, hatáskör, hatalom, idő, szakember hiánya, stb.) és hatáskörök.
- 4./ A politikai döntések esetében erős korlátozó tényező a szembentálló érdekköztölti döntési akaratok hálózata, a döntést ellenőrző szervezetek, csoporthoz tartozók, személyek döntést korlátozó autonómia, hatalma.
- 5./ A politikai szféra döntéseinek sajátos korlátozó tényezője lehet valamely ideológia, illetve annak tartalma, mivel a politikai döntések (főként a stratégiai döntések) mindig erősen ideológiai színezetű akaratelhatározások.

A döntéshozóval kapcsolatos szociológiai követelmények:

- 1./ a döntéshozó érdekeltisége az optimális döntés meghozatalában;
- 2./ a döntéshozó tényleges lehetősége arra, hogy az általa optimálisnak ítélt döntést meghozza;
- 3./ a döntéshozó alkalmassága.
- 4./ rendelkezésre álljanak a döntéshez szükséges kellő mennyiségű és minőségű információk.
- 5./ a döntési folyamat demokratikus kerete és tartalma.

A vezetés-, a döntés- és szervezetelmélet központi problémája a racionálisan optimális döntés meghozatala. Azok a kutatók, akik a döntési folyamatokat az érdek-, a hatalmi és személyközi viszonyoktól megfosztva vizsgálják, elméletileg és gyakorlatilag is elérhetőnek tartják a racionálisan optimális döntések meghozatalát (pl. Oskar Lange<sup>(3)</sup>).

H. A. Simon a szervezetszociológia központi kérdésének a döntési folyamatok elemzését tekinti, a leghatározottabban tagadja az optimális avagy a "teljesen racionális" döntések

meghozatalának lehetőségét. Ezt azzal egészíti ki, hogy a döntések meghozatalakor a "kényszerű racionalitásra" kell törekedni<sup>(4)</sup>. A sikeres döntéshozó az optimálisan racionális döntésekkel szemben a kielégítő döntésekre törekszik.

Ch. I. Barnard szerint a vezetőknek adható legjobb és leginkább kipróbált jótanács, hogy "nem szabad olyan parancsokat kiadni, amit az alárendeltek nem tudnak, vagy nem akarnak teljesíteni".

A sajátos szakmai racionalitások alapján meghozott döntések végrehajtását gyakran a döntést végrehajtani, azt ellenőrizni hivatott szervezet (bürokrácia) akadályozza meg. Max Weber szkeptikus megállapítása mély igazságot tartalmaz: "...ha egyszer a bürokrácia teljesen kiképzült, a legnehezebben szétzúzható társadalmi képződmények közé tartozik".

Ennek fényében még fontosabb annak hangsúlyozása, hogy a döntést hozó szervezeti rendszer reformja, demokratikus és racionális döntések meghozatalára képessé tétele, csak összehangolt erőfeszítés eredménye lehet, sőt több követelmény együttes érvényesítése mellett valósulhat meg.

Ezek a követelmények a következők:

- 1./ a politikai-hatalmi vezetés viszonylag egységes akarata legyen, mígolte ne hatalmi harcok húzódjának meg;
- 2./ a döntéshozó "apparátus" reformia felülről, központilag irányított kell, hogy legyen;
- 3./ az átalakítást centralizáltan kell végrehajtani;
- 4./ viszonylag rövid idő alatt be kell fejezni (kiméletlen egyértelműséggel, minden ellenállást legőzve);



5./ a döntési apparátus reformjának totálisnak, tehát a szervezeti rendszer minden területére kiterjedőnek kell lennie.

A fentiek nélkül a döntéshozó szervezeti rendszer demokratizálására és működésének racionalizálására irányuló reformokat maga a döntést hozó szervezet "szabotálja", saját képére formálva "csendesíti le" a változásokat.

A meghozott döntéseket a címzettek számára közzé kell tenni (utasításban, parancsban, jogszabályban stb.).

A közzétett döntésekkel szembeni főbb követelmények:

- a címzettek számára érthető legyen;
- egyértelmű legyen;
- kimerítő legyen (teljes és hiánytalan);
- tömören tartalmazza a döntést (ne tartalmazzon felesleges megállapításokat, kitérőket).

Alapvető döntési eljárások:

1./ Empirikus-intuitív: a legelterjedtebb, szubjektív megoldás, amely a tapasztalatra és intuíción (gyors felismerésre) támaszkodik.

2./ Algoritmikus (egzakt vagy objektív felfogás): a döntési elemek közötti kapcsolatot algoritmizálással (az alapvető műveletek csoportosításával) oldja meg. Csak a kvantifikálható (számszerűsíthető) problémák megoldására alkalmas.

3./ Heurisztikus (logikai következtető vagy megismerő): a döntésben a logikát és az általános tapasztalatokat alkalmazza. Tartalmazza a döntéshozó szakszerű észrevételeit és becsléseit.



## Döntési típusok és modellek

A döntéseket többféle szempont szerint osztályozhatjuk:

### A feladatok jellegéből eredően:

- programozott (rutinszerű),
- nem programozott (új feladatok jelentkezése esetén).

### A döntéshozó szituáció ismerete szerint:

- bizonyosság helyzetében hozott döntés (biztos döntés)
- kockázat helyzetében hozott döntés (bizonytalan döntés).

A döntéshozó hatóköre alapján: a vezetésnek kötelessége, hogy hatásköre döntson. Senki sem ruházhatja át a döntést azért, hogy mentesüljön a felelősségtől.

Időtartamuk szerint: (a döntés milyen időintervallumot érint):

- hosszútávú
  - középtávú
  - rövidtávú
- } döntések

### Jelentőségük szerint:

- perspektivikus,
- operatív.

### Az eldöntendő problémák súlya szerint:

- szervezeti szintű (a szervezet egészét érintő alapvetően fontos kérdésekről hozott döntések);
- stratégiai szintű (pl. a célok elérésének útja);
- taktikai szintű (a stratégiai döntések egy-egy szakterületen való végrehajtására irányulnak);
- végrehajtási szintű (a taktikai döntések "leosztása")

Szükségesség alapján:

- szükséges és hasznos;
- szükségtelen és felesleges.

Döntéshozás "alanvai" szerint:

- egyéni;
- csoportos.

A döntés érvényessége szempontjából:

- végleges;
- további döntéseket igénylő.

A döntésben rejlő konfliktusok természetéből eredően:

- politikai;
- gazdasági.

A szakirodalomban találkozunk még a döntések "személyi" (pl. személyügyi, munkügyi, bérre vonatkozó) és "tárgyi" (pl. szervezetfejlesztés, struktúraváltás) döntésekre történő felosztásával.

A döntéelméletben 16 féle döntéstípust különböztetünk meg a döntéshozó "alanya" és az információadás "alanya" szerint:

"KIK" döntenek? (x)	"KIKTŐL" származik az információ? (y)			
	Egy személytől (y <sub>1</sub> )	Több személytől (y <sub>2</sub> )	Bizottságtól (y <sub>3</sub> )	Szervezeti közs-től (y <sub>4</sub> )
Egy személy (x <sub>1</sub> )	x <sub>1</sub> y <sub>1</sub>	x <sub>1</sub> y <sub>2</sub>	x <sub>1</sub> y <sub>3</sub>	x <sub>1</sub> y <sub>4</sub>
Több személy (x <sub>2</sub> )	x <sub>2</sub> y <sub>1</sub>	x <sub>2</sub> y <sub>2</sub>	x <sub>2</sub> y <sub>3</sub>	x <sub>2</sub> y <sub>4</sub>

Testület ( $x_3$ )	$x_3y_1$	$x_3y_2$	$x_3y_3$	$x_3y_4$
Szervezet közössége ( $x_4$ )	$x_4y_1$	$x_4y_2$	$x_4y_3$	$x_4y_4$

A gyakorlatban ritkák az " $x_4y_4$ " típusú döntések, még az " $x_1y_2$ " és az " $x_2y_2$ " típusúak a gazdasági életben igen gyakoriak.

A döntési hatáskör delegálása és a döntések  
centralizációja

A legtöbb szervezet eleve hierarchikusan épül fel. A hierarchikus felépítettség felülről lefelé lépcsőzetesen elrendezett státuszpozíciók hálózatát jelenti, amelyben az egyes státuszpozíciókhoz a döntések különböző mértéke tartozik.

A hierarchikus felépítettség még "tisztá" formájában sem jelenti azt, hogy minden kérdésben a szervezet vezetőjének kellene döntenie. Sőt, a hierarchikus felépítettségből elvileg éppen a döntési jogkörök valamilyen rendszer szerinti megoszlása következik. Tehát a vezető, aki végsősoron a szervezet működéséért felelős, döntési jogkörét, illetve annak egy részét "leadja" beosztottainak.

A döntési hatáskör átruházásának (delegálásának) mértékét a szervezet formalizált szabályai rendszerint csak általánosan határozzák meg. Így a vezető vezetési felfogása jelentős lehet. A döntés átruházásának mértékét a jogszabályi (normatív) kereteken túl befolyásolja az is, hogy a szerve-

zet szabályai mennyire teszik szabályozottá a döntést magát. Az alternatívákat csökkentő szabályok esetében az átruházás mértéke nagyobb lehet. Ekkor ugyanis az ellenőrzés könnyebbé válik, a vezető felelőssége csökken, a beosztott eljárásáért a beosztott felelőssége lép előtérbe. Ugyanakkor a szervezet működésének szabályozottsága és főként a döntési alternatívák korlátozása csökkentheti az egyéni képességek, a szaktudás jelentőségét, és kedvező feltételeket teremt a rutindöntés számára; végsősoron nehezíti a szervezetnek a környezethez való adaptációját.

Ugyanakkor gyakori a szervezetekben a döntések centralizációja. Crozier a következőket írja erről ... "az előírások megalkotásának hatalma egyre inkább eltávolodik a végrehajtás sejtjeitől, általánosabban szólva attól a hierarchikus szinttől, ahol alkalmazni fogják őket. Amennyiben a személytelenség irányába ható nyomás erős, úgy ez a centralizáció tendenciája feltartóztatlan. Konkrétan abban fog megnyilvánulni, hogy szemben a környezethez való alkalmazkodás problémáival, amelyek azt kívánják, hogy a döntéseket azon a szinten hozzák, ahol jobban ismerik a szervezeti rendszer sajátosságait és fejlődését, a belső "politikai" problémák - küzdelem a protekció és az önkény ellen, a rendszer különböző részei közötti egyensúly megőrzése - kapnak majd elsőbbséget."<sup>(5)</sup> Majd így folytatja: "Azok, akik döntenek, nem ismerik közvetlenül az általuk eldöntendő kérdéseket; azoknak pedig, akik a helyszínen vannak, és ismerik ezeket a kérdéseket, nincs meg a szükséges hatalmuk az alkalmazkodás elősegítésére, illetőleg a feltétlenül szükségessé vált utasítások kikísérletezésére."<sup>(6)</sup>

A döntési centralizációs törekvések kétirányúak.<sup>(7)</sup> A centralizált irányítás felülről lefelé való irányultsága mellett tapasztalhatók az irányítottak felől érkező centralizációs törekvések. Ennek az a magyarázata, hogy a szerve-

zeli nagyságrend növelése az érdekérvényesítő képességek növelését idézi elő. Viszont kevesebb szervezetet könnyebb irányítani, mint több szervezetet, ami viszont az irányítás centralizációs törekvéseit növeli meg. Az alulról és felülről jövő centralizációs törekvések találkozása olyan nemkívánatos hatásokat idéz elő, mint például az irányító szerv hatalmi súlytalanodása az irányított szervezettel szemben, vagy a szervezet mindenért való felelőssége az általa átfogott területen belül.

Szólni kell az ún. "szervezeti egymásbacsúzás" jelenségéről. A szervezetek tevékenységük során természetes módon épülnek be, "csúsznak egymásba" az általuk irányított terület szervezeteivel. Ez azonban nemcsak az irányított és irányító viszonyában található meg, hanem az egyes szervezetek között is. Alapvető oka a rendkívül erőteljes egymásrautaltság és a hierarchikus függés. A "szervezeti egymásbacsúzás" negatív hatása például:

- a mindennapos munkakapcsolatok keretében lejátszódó hatáskörrelvonás intézményesülése;

- a tényleges döntés (amelyet az előzetes egyeztetés során hoznak) elválik a későbbi, formális döntéstől, s az eleve kizárja, hogy a döntéselőkészítés folyamatában valódi alternatívák merüljenek fel.

A szervezeti centralizáció következménye az is, hogy a döntések két-három szinttel feljebb születnek meg, mint ahol azokat meg kellene hozni. A "feljebb" került döntések állandósulását nemcsak az irányító szervek "felszívó" hatása idézi elő, hanem az is, hogy az irányítottak "felfelé tolják" a döntéseket. Így az irányító "felső szintek" túlterheltsége növekszik, azonban ez csak látszólag növeli meg hatáskörüket: a valóságban a döntéselőkészítő "szervek" szerepe nő meg.



A centralizáció természetesen nem azt jelenti, hogy minden kérdésről a legfelső szervekben döntenek, hanem azt, hogy a döntéshozók és a döntés által érintettek között túl nagy a távolság.

A hatásköri centralizációval együtt járó felső függés túl erős volta egyszerre eredményezi a szervezetek rugalmasságát, és rugalmatlanságát. Rugalmassága úgy jelentkezik, hogy az átalakuló és változó központi igényeket gyorsan tudja saját szervezetére adaptálni, "programjában" megjeleníteni, végrehajtásukat megszervezni. Rugalmatlansága pedig abban nyilvánul meg, hogy a közvetlen környezetből jövő igényekre, feszültségekre és problémákra nem tud gyorsan és hatékonyan, a következményeket végiggondolva reagálni.

#### A csoportdöntés szociálpszichológiai kérdései

Beszélni kell még a csoportdöntésről, mint sajátos csoporteffektusról. Vizsgálata sajátos hatásokra derített fényt.<sup>(8)</sup> A kutatók azt tapasztalták, hogy csoportban a tagok inkább mutatnak kockázatvállalási hajlandóságot, mint egyénileg.

Felmerült az a magyarázati lehetőség is, hogy a csoportban megoszlik a döntésért viselt felelősség. Személytelené válik a döntés, és emiatt következik be a csoport megrészsege az egyéni óvatossághoz képest. Egyesek a "csoportgondolkodás áldozatairól" beszélnek a fenti tendencia kapcsán. Azt állítják, hogy a csoportokban kialakuló felelőtlenység "transzformálja" a csoport problémahatását, eluralkodik az optimizmus és kialakul a kollektív öngazolások rendszere. Súlyos következményeként létrejön a csoport saját moralitásába vetett feltétlen hit, ami a "cél szentesíti az eszközt" logikának megfelelően etikai ingoványra viszi a csoportot.



Darley és Latané a csoportos helyzet és a felelősségel-hárítás összefüggéseit kutatták a segítségnyújtás során.<sup>(9)</sup> Arra a meglepő következtetésre jutottak, hogy az áldozatnak annál kisebb valószínűséggel fognak segíteni, minél többen tudnák azt megtenni. Egy kísérletben füstöt vezettek be a helyiségbe, ahol a kísérleti személyek mit sem sejtve egy kérdőívet töltöttek ki. Amikor magányos helyzetben történt a füstszivárgás, a kísérleti személyek kétharmada vette észre a füstöt. Csoporthelyzetben a kísérleti személyek csupán egynegyede döbönt rá a füstszivárgásra. A csoporthelyzetben, ha valaki észrevette a füstöt, előbb a többiekre nézett, majd amikor látta, hogy azok semmit sem tesznek, vállatvonva kérdőívére hajolt. A kísérleti személyek elhárították maguktól annak ódiumát, hogy elsőként határozzák meg a helyzetet úgy, hogy "lűz van", hiszen ez már lehetetlenné tette volna a cselekvés felelősségének elhárítását.

Látható, hogy "csapdahelyzet" jöhet létre csoportban, ha senki sem akad, aki a várható közös haszon felmérésével magára vállalná a csoportért való cselekvés terheit.

A szociálpszichológiai kutatások nemcsak azt mutatták, ki, hogy csoporthelyzetben megnövekszik a kockázatvállalási hajlandóság, hanem azt is, hogy bizottságokban a döntés konzervatívabb is lehet, mint a tagok döntése külön-külön. Ebben az esetben a folyamat "másik arcával" van dolgunk, s hogy mikor melyik irány (a kockázatvállalás vagy az óvatosság) kerül a felszínre, azt a konkrét körülmények döntenek el.

#### Jegyzetek:

- 1./ Szentpéteri István: A szervezet és a társadalom. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1985.

- 2./ Bihari Mihály: A politikai döntések: közvetítők a politikai és a gazdasági rendszer között.  
In: Bihari M.: Politikai rendszer... és demokrácia.  
ELTE AJTK. Budapest, 1989.
- 3./ O. Lange: Optimális döntések.  
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- 4./ H.A. Simon: Korlátozott racionalitás (Válogatott tanulmányok).  
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1982.
- 5./ M. Crozier: A bürokrácia jelensége.  
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1981. 289. oldal
- 6./ M. Crozier: A bürokrácia jelensége.  
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1981. 289. oldal
- 7./ Bihari Mihály: A döntésmechanizmus szervezeti, hatalmi és érdekhelyzete.  
In: Szöveggyűjtemény az általános szociológiához.  
(Szerk.: Bánlaky Pál és Tóth Pál Péter)  
Tankönyvkiadó, Budapest, 1982.
- 8./ Lásd erről:  
- Wallach - Kogan - Bem: A csoport hatása az egyéni kockázatvállalásra.  
In: A kísérleti társadalomlélektan főárama.  
Gondolat Kiadó, Budapest, 1981.  
  
- Moscovici - Paicheler: A munka, az egyén és a csoport.  
In: Pataki F. (Szerk.): Csoportlélektan 2. kiadás.  
Gondolat Kiadó, Budapest, 1980.

9./ Darley - Lantáné: Mikor segítenek az emberek egy válság helyzetben?

In: Szilágyi V. (Szerk.): Együttérzés, önzetlenség, felelősség.

Tankönyvkiadó, Budapest, 1980.

Tóth Antal százados

A MAGYAR DEMOKRATIKUS HADSEREG MEGALKULASA  
ES TEVEKENISEGE  
1944-1948

II. rész

A DEMOKRATIKUS HADSEREG HELYZETENEK ALAKULASA A  
HATALOMERT VIVOTT HARC IDOSZAKABAN

A háború befejezését követően a hadsereg legfontosabb feladata az újjáépítésben való részvétel volt. A teljesség igénye nélkül felsorolva: vasút és hírközlési vonalak helyreállítása, utak és hidak kijavitása, egyéb építési feladatok, a háborúból visszamaradt aknák és lövedékek összegyűjtése és megsemmisítése. A demokratikus hadsereg ilyen feladatokat látott el 1946 júniusáig, amikor a kormány létszámát 20 ezer főre csökkentette. Ezután a hadosztályok lényegében kiképző keretként működtek tovább, elsősorban tiszti és tiszthelyettesi kiképzést folytatva. Új elhelyezési körlet került kijelölésre, az első hadosztály Tolnára, a 6. hadosztály Pécsre települt át. A műszaki csapatok több szervezési változáson átesve lényegében tovább folytatták az újjáépítési munkálatokat.

Egy korszak lezárult tehát, a háború befejeződött és az ország az újjáépítéssel párhuzamosan a politikai csatározások színtere lett, amely alól a hadsereg sem volt kivétel. Megindult a politikai harc a hadseregen belül és a hadseregért. A politikai küzdelem hevessége időnként túllépte az elfogadható mértéket. Az 1945 novemberi választást megelőző időszakban még maga a SZEB elnöke is meginteni volt kényte-

len a pártokat, hogy mérsékeljék a választási küzdelem hevesességét. A választások eredménye közismert. A kisgazdapárt az elért 57 %-kal bármely demokráciában akár egyedül is kormányt alakíthatott volna, vagy saját maga választhatta volna meg koalíciós partnereit, de legalább ezen eredmények arányában alakíthatta volna ki a kormányt. Azonban 1945 februárjában lezajlik a jaltai konferencia, amely a kiadott nyilatkozatától eltérően, a valóságban érdekszférába került, amelynek a SZEB és annak szovjet elnöke fokozatosan, majd egyre erősödve adott hangsúlyt. A kommunista párt gyakorlatilag minden támogatást megkapott, amelyet kért és amelyek nem sértettek közvetlen szovjet érdeket, vállalva annak esetleges negatív nemzetközi visszhangját is.

A nemzetközi közvélemény nem is szentelt túlzott figyelmet a magyar eseményeknek a még érvényesülő, de fokozatosan lebomló szövetségi állapot, illetve a jaltai egyezség fényében. Így érthetővé válik, hogy a "nyugat" hivatalos politikája miért fogadta viszonylag közömbösen letartóztatásokat, a "kék cédulázást" az összeesküvések kreálását, amelyben a szovjet titkosszolgálatnak nagy gyakorlata volt. Szinte korlátlan volt az MKP támogatása a hadsereggel kapcsolatos ügyekben is, annál is inkább, mert a SZEB-nek ezekben a kérdésekben szinte korlátlan jogköre volt, amely a hadsereg létszámának szabályozásától az egyes tiszti beosztások betöltéséig terjedt.

A nemzetgyűlési választások után a kormányalakítás vált kulcskérdéssé. Mint ismeretes koalíció kormányzás fenntartása valósult meg, de ezen belül a tárcák száma és azok minősége volt a kulcskérdés a pártok számára. Vizsgálatunk szempontjából lényeges, hogy a tárcák elosztása nem tükrözte a választási eredményeket. A kisgazdapárt töltötte be a honvédelmi miniszteri tárcát Tombor Jenő vezérezeredes személyében, aki haladó szellemű, de idős katona volt. Ebből a pozí-



cióból a kiszáradapárt számára biztosnak tűnt a katonapolitikai kérdések irányítása. Az MKP érzékelve, hogy a háború befejezésével a hadsereg ügye háttérbe szorult inkább a fontosabb és politikai harcban jobban felhasználható belügyi tárcára koncentrált, de természetesen nem adta fel a hadseregért folytatott küzdelmet sem és folytatta azt a hadseregben belül is. Eljárása hasonló volt, mint a nagypolitikában: nyilvánvaló kisebbsége lévén a parlamentben a politizálás színterét - a SZEB segítségével - áthelyezte a pártközi tárgyalásokra és parlamenten kívüli eszközöket kényszerítve a többi pártra. Parlamenten kívüli szervezetekben szerez döntő pozíciót, mint például a Gazdasági Főtanács. Így politikai céljait a hadsereggel kapcsolatosan: az igazolási eljárások során, a nevelőtiszti intézmény felhasználásával, a katonai elhárítás felügyeletével, a határőrség felügyeletével és megerősítésével, a reguláris hadsereg lassú sorvasztásával kívánta elérni.

Vegyük sorra ezeket a lépéseket. A hadsereg-szervezés első időszakában, - az igazolási eljárások során - az MKP fellép a hivatásos tisztek jelentős számú igazolása és hadseregbe való felvétele ellen, ezeket a beosztásokat tartalékos tisztekkel kívánta betölteni. Majd követelte a "reakciós" tisztek eltávolítását is. Később mikor a nyugatról hazatérő tisztek szolgálatra jelentkeztek, a SZEB segítségével eléri, hogy a "nyugatos" tiszteket eltávolítsák a hadseregből. Ezentúl elégedetlen volt az igazolási eljárás szigorúságával is és elérte, hogy a már igazolt tisztek csak vontatottan kaptak beosztást, majd megindult a B-listázás is, amely során 5000 olyan tisztet és tábornokot távolítottak el a honvédség állományából, akiket az igazoló bizottságok már igazoltak. Ettől függetlenül még az igazolási eljárások során, az 1947. augusztus 30-ig lefolytatott ügyekben a felülvizsgálást kérő tábornokok közül 27 %-ot (109 fő) a tisztek közül 22 %-ot (1838 fő) nem igazoltak. Természetesen ezen eljárás során kiszűrték a valódi reakciós elemeket is, de



ezzel és főleg a B-listázással megroppantották a hivatásos tiszti állomány gerincét. Az állománytáblákban a tiszti helyek több mint 30 %-a nem került feltöltésre.

A nevelőtiszti intézményt a két munkáspárt 1945. január 30-ai javaslata alapján hozták létre a honvédségben. Ennek célja a Hitler elleni háborúba induló honvédekben tudatosítani a háború célját, a fasiszmus elleni küzdelem szükségességét, a magyar társadalom demokratikus átalakításának elkerülhetetlenségét. Ezek helyes, a nemzet érdekével egybeeső célok voltak, amelyeket a koalíció polgári szárnya is elfogadott. Azonban a nevelőtiszti intézmény irányítása és személyi keretének kialakítása már egyértelműen az MKP érdekeit szolgálta. Az irányítást a HM keretében létrehozott kulturális és nevelőosztály végezte, amelyet János Ferenc százados, Nagy Imre veje vezetett. Az osztály egy 1945. május 22-én kiadott ideiglenes miniszteri utasítás alapján dolgozott. A nevelőtiszti személyi állomány kialakítása pedig tudatosan a kommunista párt tagjai sorából vagy az azzal szimpatizálók közül jött létre. A kommunista párt arra törekedett, hogy minél több olyan kommunistát és munkásmozgalmi múlttal rendelkezőt küldjön a hadseregbe, akiket a későbbiek folyamán nevelőtisztnak lehet kinevezni. Ezen felül a Szovjetunióból hazajuttattak mintegy 2000 főt, akik 1945. február 17. és március 1. között érkeztek meg Debrecenbe. Ezek az önkéntesek antifasiszta hadifogoly iskolát végeztek (ahol Rákosi is tartott előadásokat), vagy már partizánképzésen átesett, de bevetésre nem került partizán jelölték voltak.

A nevelőtisztek közülük, illetve az MKP KV Titkárság február 4-ei határozata alapján a pártalapszervezetekből a hadseregbe küldött kommunisták közül kerültek ki. Kezdetben nem volt mindenki az MKP tagja, de már 1945. március 15-én az MKP debreceni székházában sokuknak átadták a párttagkönyvet. Mások később kerültek a párt tagjainak sorába. Más pártok csak csekély mértékben töltötték be pozíciókat a nevelő-

tisztí intézmény véglegesítésére, tevékenységének hivatalos szabályozására. Kiadták a "honvéd nevelőszemélyzet szervezeti határozványát", majd a nevelőtiszteket, akik eddig megbízással látták el feladatukat, hivatásos állományba vették és közülük a rendfokozattal nem rendelkezőket előléptették tisztté. Tehát a nevelőtisztí intézményen keresztül a kommunista párt hatékony politikai ellenőrzést tudott gyakorolni a hadsereg felett, anélkül, hogy a miniszteri pozíció birtokában lett volna.

Talán még ennél is komolyabb lehetőséget rejtett magába a Katonapolitikai osztály vezetése, amely a katonai elhárítás felügyeletét és irányítását biztosította az MKP számára Pálffy Györgyön keresztül. A D-tisztek (defenzív vagyis elhárító) jelen voltak a hadsereg legkisebb egységénél is, szőrték, ellenőrizték az állományt, elsősorban a tiszteket, hatékony segítséget nyújtva a tisztí állomány összetételének az MKP számára kedvező kialakításához.

A háború befejezését követően a már ismertetett létszámcsoökkentésre került sor, ezzel párhuzamosan viszont a határőrség nagyarányú fejlesztése indult meg. Ugyanebben az időszakban lép fel a kigazdapárt az arányosítási elképzelésével, amelyet azonban nemcsak a civil szférában söpör le a mind magabiztosabb MKP, hanem a katonapolitika terén is. Vorosilov marsall az MKP tervére támaszkodva követelte, hogy a HM azonnal erősítse meg a határokat. Ennek logikus magyarázata nincs, hiszen Jugoszlávia kivételével minden más környező országot a Szovjetunió tartott megszállva és így nehezen elképzelhető, hogy bármely ország megtámadta volna hazánkat. A kigazdapárt az hitte, hogy életbe léptetheti a HM által kidolgozott új határőrizeti tervet és az új határőr erő koalíciós felügyelet alatt, nem pedig az MKP befolyása alatt alakul meg.

Jelentékenyen meg akarták erősíteni a portyázó alakulatokat, továbbra is a kerületi parancsnokságok alárendeltségében hagyva azokat. Ez a vezetési - irányítási szisztéma már önmagában is csökkentette volna az MKP befolyását, mert az addig elhanyagolta a kerületi parancsnokságokat. Még a nevelőosztályok sem voltak ott, így azok nem voltak kommunista ellenőrzés alatt. Ha tehát az új erős határőrség a kerületi parancsnokságok hatáskörében marad, akkor azt a kiszgazda honvédelmi miniszter irányítja. Ez nem illet bele az MKP forgatókönyvébe. Ezért a SZEB elnöke magához kérte a honvédelmi minisztert és közölte vele, hogy a megerősített határőrség nem a kerületi parancsnokságok hatáskörében, hanem központi vezetés alatt alakul meg, a határőrség parancsnoka pedig Pálffy György ezredes a katonapolitikai osztály vezetője lesz. Így indult meg a határőrség szervezése, 14 zászlóaljat állítanak fel a határ mentén, később a 15.-et Budapesten mint kiképző és karhatalmi alakulatot.

Az MKP tehát eddig tulajdonképpen már három fegyveres testülettel rendelkezett: az AVÓ, majd AHV, a rendőrség, a határőrség. Ennek ellenére az MKP nem volt nyugodt, hogy az említett lépések ellenére sincs teljes ellenőrzése alatt a hadsereg, így ha már ők nem látják hasznát a honvédségnek, politikai ellenfelei sem használhatják azt, megindult egy gyengítési folyamat. A hivatásos tisztek további tizedelésével párhuzamosan újabb háromszáz tartalékos tisztet vesznek állományba. A meglévő két hadosztály létszáma fokozatosan csökken, míg el nem éri az 1948 tavaszi mélypontot, ekkor a két hadosztály létszáma 4449 fő. Ugyanekkor a határőrségé 7795 és a használható fegyverzetet már korábban át kellett adni neki.

Erdekes, hogy más pártok sokkal kedvezőbben ítélik meg az MKP lehetőségeit a hadseregben, a kiszgazdapárt Védelmi Bizottsága, sőt a szövetséges SZDP is úgy ítéli meg, hogy a HM személyügyi, katonapolitikai osztálya, a nevelőtiszti in-

tézmény, a határőrség az MKP kezében van, ez gyakorlatilag a honvédség irányítását jelenti, és a kisgazdapárt a honvédelmi miniszterrel akaratakat 100 %-ban el tudják fogadtatni. Ez az értékelés 1946 júniusában született. Jól látható, hogy a hadseregért folytatott harc nem képezte ugyan az MKP politikájának központi elemét, mégis nagy erőfeszítéseket tett a politikai küzdelem megnyerésére. Ennek a harcnak lett koordinátora az 1946 tavaszán megalakult az MKP KV belül működő Katonai Bizottság, melynek elnöke Farkas Mihály lett. Ebből következik, hogy a kommunista párt egyre komolyabban kezdett foglalkozni a katonapolitikával, hiszen a moszkvai négyes egyik tagja tölti be az elnöki funkciót. A párt évente rendezett Országos Katonai Konferenciát is, ahol egyeztették a lépéseket és meghatározták a feladatokat. Az 1945 nyarán tartott I. konferencia témája a tisztek közötti politikai munka volt, ami gyakorlatilag a közismert Rákosi-féle szálam-taktika hadseregbeli alkalmazását jelentette. A II. konferencia 1946 júniusában került megtartásra, amely már a részleges győzelmeket: a hadosztályok elsorvasztását, a hivatásos tisztek megtizedelését és a határőrség megszerzését nyugtázta. Feladatként a nevelőiszti intézmény megerősítését, kommunista tartalékos tisztek hivatásos állományba vételét határozta meg. Az 1947-es évben tartott III. konferencia nem volt igazán jelentős.

Természetesen pozíciójának romlását a többi párt is érezte és a hadsereggel kapcsolatos politikájukban is növekvő aktivitást fejtette ki. Az 1947. évi költségvetési vita kapcsán a Magyar Szabadságpárt képviselője követeli a politikamentes hadsereget, azaz azt, hogy a hadsereg tagjai ne lehessenek politikai pártok tagjai. 1947-ben a Szociáldemokrata Párt is létrehozta saját honvédségi szervezeteit, amelyek elnöke Zentai Vilmos honvédelmi politikai államtitkár, s jelentős tagtoborzó munkába kezdenek a hadseregen belül. Felüléknél a kisgazdapárt Véderő Bizottságának tevékenysége is. Az 1947 nyarán elfogadott programjában a Nemze-



ti Parasztpárt is kialakítja állásfoglalását a hadsereggel kapcsolatban. Am ezek a törekvések már nem veszélyeztetik komolyan a kommunista párt megszerzett pozíciót.

Az 1948-ban tartott IV. konferencia tudomásul vette a honvédség szerény fejlesztésének tervét és elhatározta, hogy a hadseregben eddig működő pártszervezetek megszüntetése mellett fog kiállni. Ez vonatkozott más pártok szervezeteire is. Helyettük a pártok feletti Kossuth-köröket kívánták állítani. Ez részben taktikai lépés volt, részben már a hadsereg politikai egységét volt hivatott demonstrálni. Ezzel megszabadultak az aktivizálandó koalíciós pártok nemkívánatos hadseregbeli tevékenységétől, még azon az áron is, hogy saját tevékenységüket szüneteltetni kell. Ezen lépés taktikai jellegét az is bizonyítja, hogy még ugyanezen évben tartott V. konferencia vissza is állítja a pártszervezetek működését, de már csak a kommunista párszervezetekét.

Megfigyelhetjük tehát, hogy az MKP fokozódó figyelmet fordított a hadseregre, a politikai fordulat után pedig alapvető változás következik be az MDP katonapolitikájában. Rövid habozás után megérkeznek Moszkvából azok az utasítások, amelyek már a honvédelmi politika prioritását hivatottak megvalósítani. Rövid időn belül a honvédelmi politika válik az összpolitika döntő elemévé, az imperialista veszélyre hivatkozva kezdik meg a centralizálást, a gazdaság militarizálását, a totális pártállam kiépítését. A közvélemény számára ezt Farkas Mihály honvédelmi miniszteri kinevezése jelzi, a benfentések számára pedig az, hogy a Központi Vezetőségen belül Államvédelmi Bizottságot állítanak fel, melynek elnöke Rákosi Mátyás lesz. Volt még azonban egy rövid időszak, amikor úgy látszott, hogy a hadsereg végül is egy szerves, magyar sajátosságokat megőrző fejlődésen megy keresztül, az időközben megkötött párizsi béke keretében. Az 1948 tavaszán a "Pillid hadrend" keretében megindult hadsereg-fejlesztés, a honvédség egy lassú ütemű, de biztató

felődése, amely 5 év alatt futotta volna ki magát. A hadrend az 5000 főből álló honvédségi létszámot (határőrség nélkül) 1948 végére 7000 főre kívánta növelni, 1953-ra pedig a békeszerződésben megengedett 70.000-re. Azonban ez a hadrend nem illeszkedett be a szovjet stratégiai tervekbe, de ezt akkor még a HM-ben nem tudták. A hadrend kifejlesztéséhez 7500 tisztre lett volna szükség, azonban csak 1500 állt rendelkezésre. A hiányt a Kossuth Akadémia, az új tisztképző intézmény volt hivatva pótolni. Ezen kívül mégiscsak vissza kellett hívni, mint egy 1500 tisztet a régi hadsereg igazoltjai közül. A Kossuth Akadémia részére 5000 fiatal önkéntest toboroztak és a meglévő hadsereg ezen jelöltek előképzésére készült fel. Az 1. hadosztály a gyalogsági kiképző tábor a 6. hadosztály a tüzérségi és híradó bázis. A műszaki önkéntesek kiképzését a műszaki hadosztály végezte.

Az eredeti 7 honvéd kerületet négy kerületbe vonták össze: Budapest, Székesfehérvár, Szeged, Debrecen központtal. Végül az I. önlövő repülőszázad és az I-es önlövő rádió felderítő század megalakításával a honvéd légi erő csirája is kialakult. Jól látható, hogy az utolsó, magyar sajátosságokat megőrző hadrendben szereplő alakulatok nem képezték számottevő erőt, ezt az is bizonyítja, hogy költségvetésük 150 millió forint volt, ugyanakkor a belügyminisztériumé 480 millió forint. Ez volt tehát az az elképzelés, amellyel Magyarország a háború utáni Európában megpróbálta megtalálni helyét és utoljára őrizte a magyar sajátosságokat a hadseregben.

Az 1948 végére bekövetkező teljes politikai irányváltás, amellyel Magyarország belépett a Sztálini "békétáborba" nemcsak a magyar demokratikus fejlődés végét jelenti, hanem megpecsételi a "Pilis hadrend" és a szuverén magyar hadsereg sorsát is. A Sztálini modell gyorsított átvételére került sor, s mivel a honvédelmi politika pozíciója központi



vált, ez a gyorsítás a hadseregben különösen éreztette hatását.

#### A SZTALINI MODELL KERETEINEK KIALAKITÁSA ÉS MEGVALÓSÍTÁSÁNAK KEZDETEI

A hadsereg bolsevizálásának folyamata Farkas Mihály honvédelmi miniszteri kinevezésével indult, aki egyre gyorsuló mértékben vette át a honvédség tényleges vezetését. Átalakítják a hadsereg felső vezetését szovjet mintára, megalakítják a politikai főcsoportfőnökséget. Megkezdődik a szovjet katonai doktrína átvétele, ennek megfelelően alakítják át a hadsereg vezetését, strukturáját, kiképzési rendszerét, tisztképzését. Mozgósítják a pártkádereket és a középszintű katonai vezetés szintjén nagy számban kerülnek katonai funkcióba. Megalakítják a fegyvernemeknek megfelelő tisztképző intézményeket és nagyszámú képzési helyet biztosítanak a Szovjetunióban, a tisztek átképzése érdekében. Megkezdődik a hadsereg átfegyverzése szovjet fegyverekkel, az ipar hadiiparrá történő átalakítása, ami polgári szférában nagyfokú centralizációt és az ún. tervutasításos gazdálkodási rendszerre történő állást jelentett.

Megszűnik a hadseregben az egyszemélyi vezetés elve. 1949. január 4-én határozza el a Politikai Bizottság a Politikai Tiszti Intézmény felállítását. Az államilag kinevezett politikai tiszt társparancsnoki státuszt kap, amely megfelel a szovjet komiszár-rendszernek. A politikai tiszt és parancsnok egymás mellé vannak rendelve, együtt felelnek a katonai feladatok végrehajtásáért, a parancsnok csak a politikai tiszt egyetértésével adhat ki utasításokat. A politikai tiszt egyszerre volt kinevezett társparancsnok, tehát állami funkciót viselt, valamint pártfunkcionárius is, aki saját vezetési szintjén irányította a pártszervezeteket. Kritikus helyzetben vagy vita esetén a rendszer logikájából következően a politikai tiszt állásfoglalása volt a döntő. Megér-

keztek a szovjet katonai tanácsadók is - hasonlóan a civil szférához - kezdetben kevesen, majd egyre többen. Felszámolták a Katonapolitikai osztályt, feladatait az AVH vette át, gyorsan kiépítve a maga struktúráját, eljutva a hadsereg legalacsonyabb vezetési szintjeire is. Sajátos vezetési képződmény jött így létre az alakulatok élén. A parancsnok, aki megosztva funkcionált a politikai tiszttel és velük azonos szinten még egy elhárító tiszt (AVH-s), aki nem volt nekik alárendelve, s aki ellenőrizte az egész alakulatot, beleértve őket is. Nyilvánvaló ez a sajátos "trojka" nem segítette elő a katonai vezetési rendszer normális működését, kiélezett helyzetben döntésképtelenséghez vezethetett s a helyzet mesterséges "élezése" esetén pedig korlátlan hatalmat biztosított a párt számára.

A pártstruktúra mintájára megalakult a személyügyi főcsoportfőnökség is, amely a káderek ügyeit intézte. Szorosan együttműködött a párt káderosztályával, ezáltal a személyzeti munka is a párt fokozott ellenőrzése alatt folyt. Még külsőségekben is így ekeztek megfelelni a szovjet elvárásoknak, a hadsereg öltözködésében megjelent a "gimnasztyorka", a "pilotka", sapkarózsa helyett csillag, a tisztek vállára pedig szovjet mintájú vállap került.

A fellépő tiszthiány felszámolására gyorsított fegyvernemi kiképzéssel, tanfolyam jelleggel működő tisztképzési rendszer került bevezetésre, amely azonban képtelen volt a minőségi követelményeknek eleget tenni. Sor került a szovjet szabályzatok átvételére is.

Jól láthatjuk, hogy ezek az intézkedések átfogják a katonapolitika és a hadsereg egészét, tulajdonképpen teljes mértékben sor került a szovjet katonai modell átvételére. A honvédség megszűnt és helyében a szovjet mintájú "néphadsereg" lépett.

Ezzel tulajdonképpen lezárult a magyar nemzeti haderő történetének vizsgált korszaka. Láthattuk a hadseregben bekövetkezett változások hően tükrözték az országos politika alakulását, bár időszakonként hol elmaradt, hol megelőzte azokat. A politikai küzdelem váltakozó hevességgel, de folyamatosan zajlott a polgári erők és a "baloldal" között egyszerre több síkon a hadseregért és a hadseregben is.

Kiderült, hogy erre a küzdelemre a kommunista párt jobban felkészült, kimunkált koncepciója volt a politikai hatalom és a hadsereg ellenőrzésének megszerzésére. A folyamat végére nemcsak ellenfeleiket, de szövetségeseiket is kiszorították a hadseregből.

A miniszteri tárca birtoklása nélkül, a SZEB segítségével megszerzett kulcspozíciók (nevelőtiszt, elhárító tiszt, határőrség) felhasználásával és a SZEB hathatós támogatásával, az 1946 közepéig tartó kivárás után gyakorlatilag a polgári szférát megelőzve már 1947 elejére sikerült megszerezni a hadsereg feletti ellenőrzést. 1948-49-ben pedig megkezdik a nemzeti haderő átépítését szovjet típusú hadsereggé.

Nem szabad azonban átsiklanunk a hadsereg történetének első demokratikus korszaka felett, ahol a még folyó háború időszakában, az ország romjain talpra állt egy haderő, amelyet méltán nevezünk magyar demokratikus hadseregnek. Ez a hadsereg egyszerre volt antifasiszta és nemzeti, népi jegyet is hordozott abban az értelemben, hogy ez a hadsereg az egész nemzet érdekében készült a németek elleni háborúba, nem rekesztve ki a nemzet fogalmából a népet. A demokrácia és az új Magyarország iránti igény a debreceni Nagytemplomban megfogalmazódott a nemzetben és ezt még a kommunisták által reakciónak tartott politikai erők is nélkülözhetetlennek tartották a magyarság fennmaradása érdekében. Ezen konszenzus alapján szerveződött meg az a magyar haderő,

amely únként vállalta a fasizmus elleni harcot.

Az pedig, hogy a kialakuló jaltai rendszer keretei között nem kapott esélyt a magyar demokrácia, az nem az újjáépítésben, a hadseregszervezésben, az új élet kialakításában részt vett nemzeti demokratikus erők felelőssége. Ők minden tőlük telhetőt megtettek annak érdekében, hogy kivezessék a nemzetet abból a tragikus helyzetből, amelybe az előző vezetés hibájából jutott. Ennek a nagyszerű áldozatvállalásnak voltak azok részesei, akik politikusként, tisztként, polgárként vállalták, hogy megteremtik hazánk nemzeti demokratikus haderejét, amely ha lehetőséget kapott volna méltó örökössévé válik az 1948-as honvédségnek.

#### FELHASZNALT IRODALOM

- I. Király Béla: Honvédségből Néphadsereg CO-NEXUS  
Print - ter 1989.
- II. Mucs Sándor - Zágonyi Ernő: A Magyar Néphadsereg  
története. Zrínyi, 1984.
- III. Korom Mihály: A magyar fegyverszünet 1945.  
Kossuth, 1987.
- IV. Izsák Lajos: A koalíció évei Magyarországon 1944-48.  
Kozmosz könyvek, 1986.

A SZOLNOKI KATONAI REPÜLŐTER TÖRTENETÉRŐL

Az olvasók előtt ismert tény, hogy 1991. március 15-től főiskolánk új nevet visel: Szolnoki Repülő Műszaki Főiskola. Tulajdonképpen csak ekkortájt kezdődött meg, illetve élenkült fel az a kutatómunka, amely Szolnok város és a repülés kapcsolatát deríti fel. E kapcsolat igen fontos és központi eleme a szolnoki katonai repülőter, amelynek több mint fél évszázados története egyelőre csak az "emlékezetekben" van jelen, hisz nyomtatásban még nem láthattuk.

E rövid lélegzetű írás csak a legfontosabb eseményeket emeli ki és tárja az olvasó elé abból a bővebb anyagból, amely reményeink szerint rövidesen napvilágot lát.

IGY KEZDŐDÖTT...

A Magyar Királyi Kormány 1933. március 05-én bejelentette az 1 milliárd pengős fegyverkezési programját. Ennek keretében került sor a szolnoki katonai repülőter megépítésére, melyről a helyi "Nemzeti Jövőnk" című újság 1939. július 12-i száma a következőképpen számolt be: "A hónap végén a modern szolnoki katonai repülőter építése megkezdődik".

1940 elejére elkészült az elhelyezési épületek egy része, nevezetesen a parancsnoki épület, a műszaki épület, az őrszoba és két repülőgép-hangár. Ez év nyarán elsőként érkezett Szolnokra a mátyásföldi repülőezred 1/3. "Kőrász" vadászrepülő százada FIAT CR-32 gépekkel. E század tagja volt Szőnyi Márton és Pettendy János a neves sportrepülő.



1940. szeptember 13-án a "Nemzeti Jövők" című újság már arról tudósít, hogy a "szandai nagyréten szeptember 18-19-én a repülők harcserű és lövészetet tartanak". Ezzel gyakorlatilag megtörtént a repülőtér birtokbavétele még akkor is, ha az 1/3. repülőszázad október végén visszatért Mátýásföldre.

Az év végén szervezetszerű helyükre, Szolnokra települtek az 1/1. "Dongó" és az 1/2. "Ludas Matyi" vadászrepülő-századok, amelyek a mátyásföldi ezred 1. repülőosztályát alkották. A repülőosztály századai FIAT CR-32 gépekkel voltak ellátva. Az osztály és egyben a repülőtér első parancsnoka Szabó Mátýás százados volt. Kiemelést érdemel, hogy az osztály egyik századának repülő-rajparancsnokaként szolgált Bánhídi Antal, a világszerte ismert repülőgép-tervező és repülő-rekorder. Ugyancsak az osztály egyik repülőgépvezetője az a Harangi Imre volt, aki az 1936-os berlini olimpia könnyű súlyú ökölvívó bajnokaként vívott ki hírnevet magának.

1941 tavaszán a repülőosztály 1/2. százada Gyenes László százados vezetésével megkezdte az átképzést az olasz gyártmányú RE-2000 "Héja" típusú vadászgépekre. Augusztus 07-én a század 7 db géppel kitelepült a frontra - Szutyínszk körzetébe - és csak október végén tért vissza. Azt követően megkezdtek az elavult FIAT CR-32-es típusú repülőgépek helyett rendszeresített RE-2000 típusú gépekre a teljes átképzést.

1942 áprilisában a RE-2000 típusú repülőgépekkel felszerelt 1/1. "Dongó" vadászrepülő század a 2. magyar hadsereg alárendeltségébe került. Júniusban a század 12 db géppel kitelepült a Don melletti hadműveleti területre, ahol légi harcokban vettek részt. E században teljesített szolgálatot repülő-rajparancsnoki beosztásban Horthy István tartalékos főhadnagy, aki ekkor már Magyarország kormányzó-helyettese. 1942. augusztus 20-án lezuhant és életét veszítette. A század



1943 szeptemberéig tartózkodott a fronton, ahol időközben ME-109 típusú vadászgépre megtörtént az átképzésük.

1942 júliustól októberig Szolnokra települt Stolcz Miklós főhadnagy parancsnoksága alatt a tapolcai vadászrepülő iskola 1/2. vadászrepülő kiképző százada. Itt kiképzést folytattak ROMEO-41. FIAT CR-30. - CR-32, FW-56 "Stösser" típusú gyakorló vadászgépekkel.

1943 elejétől tovább folytatódott a repülőtér építése. Ennek során a kelet-nyugati irányú kifutópálya bővítésére került sor és más épületek átadása is megtörtént.

1943 márciusában egy német repülő-kiképző század kezdte meg a műszerrepülő kiképzést Junkers 34-es típusú gépeken. Júliusban a Kassai Repülőtisztai Akadémia végzős hallgatói éles lövészetet hajtottak végre és útvonal-repülés kiképzési feladatot teljesítettek FIAT CR-42 vadász és ARADÓ-96 gyakorló gépeken Szolnokon. Novemberben ismét egy német kiképző keret települt ide ME-110 típusú romboló repülőgépekkel.

1944 elején a szolnoki repülőalakulatoknál működött a műszer repülő és típusátképző tanfolyam. Itt ME-109, MAVAG "Héjja" típusú, magyar gyártmányú gépekre történt az átállítás.

Az 1944. március 19-i megszállás után a németek átvették az építkezések irányítását. Ekkor kezdtek meg a repülőtér déli részén egy kisméretű észak-déli irányú felszálló beton kialakítását.

Időközben 1944. április 1-jével a Szolnoki 1. Honvéd Vadászrepülő Osztályt bevonták a honi légvédelembe. Az 1/1. "Dongó" repülő század a "PUMA" osztályhoz települt az osztály 2. századaként.

Augusztus 20-án bombatámadás érte Szolnokot és a repülőtérét. Ez utóbbi építményeiben, illetve a felszállómezőn kisebb károk keletkeztek.

Szeptember elsejével a Szolnokon maradt repülőkkel töltötték fel a "PUMA" Honi Védővadász Ezred 2. repülő osztályának 4-5. századát. Ezek elhagyták Szolnokot, majd nem sokkal később, október elején a magyar földi repülő alakulat is áttelepült Mátyásföldre. Ebben az időben a német Dornier-217 bombázók és a ME-110-es rombolók használták a repülőtérét. A szovjet hadsereg közeledtére az utolsó német repülő alakulatok részben üzemanyaghiány miatt felgyújtották gépeiket, ennek ellenére több üzemképes repülőgép a szovjet csapatok kezébe került.

A szolnoki repülőtér a 2. Ukrán Front csapatai foglalták el 1944. november 4-én. Rövid ideig szovjet tábori kórház működött itt, majd az 5. Légi Hadsereghez tartozó 132. csapatrepülő ezred részei települtek ide. Az ezred tagjaként - mint századparancsnok helyettes - itt állomásozott T. Beregevoj százados, aki jelenleg űrhajós tábornok. December közepén az ezred elhagyta a repülőtérét, ezt követően csak ideiglenes jelleggel működött.

1945-től a repülőtér nem használták, polgári őrség őrizte.

#### A REPÜLŐKIKÉPZÉS SZOLGALATÁBAN ...

1948 nyarán a repülőtér átveszi a 2. sz. Honvéd Repülőtér Gondnokság. Gonda István törzsszermester (majd később ezredes) vezetésével folyt az épületek rendbehozatala, az elhanyagolt felszállópályák karbantartása. Eközben itt került megrendezésre az évi vitorlázó sportrepülő tábor.

1948. október 01-től Szolnok települési hellyel meg-

kezdte működését az 1. Honvéd Repülő-Kiképző Osztály, Gyenes János alezredes parancsnoksága alatt. Ezidőtől számítjuk a szolnoki repülőtér katonai repülőképzésben való aktív, meghatározó szerepvállalását.

1949. október 1-én a megalakuló Honvéd Killián György Repülő Hajózó Tiszti Iskola veszi át a repülőtérét. Parancsnoka Huba László százados volt. Időközben tovább bővültek az intézmény fejlesztésének lehetőségei. Létesítményei felújításra kerültek, hisz (egy nagytömegű) megnövekedett a repülőtiszti utánpótlási igény és új követelményeket támasztó repülőtiszti képzést kellett biztosítani. Kezdetben UT-2 "Galamb", ARADÓ-96 B "Holló" gépeken, illetve a JAK-9 "VERCSE" és az IL-10 "PARDUC" típusok kétkormányos változatain repültek. Később megjelentek JAK-11 "ÖLYV"-ek és a LI-2 "TEVE"-k is.

1950-ben befejeződött az észak-déli irányú felszálló beton kiépítése.

Az iskola 1956-os felszámolása után a repülőtér 1957 áprilisától augusztusáig a határőrség egyik kiképző központjaként működött. Emellett a hangárokban és a különböző létesítményekben helyet kaptak a sportrepülés eszközei és tovább folytatódott a sport- és vitorlázórepülés is.

1957 őszétől 1961. július 01-ig egy szovjet vadászki-képző ezred települt a repülőtérre, ahol MIG-15 és MIG-19 típusokkal folyt a kiképzés.

1961. augusztus 1-jétől a Killián György Repülőtiszti Iskola újraszervezésével a repülőtér egy rövid szünet után ismét a katonai repülőképzés szolgálatába állt. Parancsnoka Brassói Tivadar őrnagy volt. Az iskolán ekkor már a MIG-21 típusismeretet oktatták: a hajózók számára, de ezek gyakorlati képzésre itt nem kerülhetett sor, mert a szuper-

szónikus gépek üzemeltetéséhez a magyarországi repülőterek többsége, így a szolnoki sem rendelkezett a szükséges feltételekkel. A gyakorlati felkészítést a JAK-18 és a MIG-15 típusokkal végezték.

1964-től az intézmény szervezeti változásából adódóan - de ahhoz kapcsolódva létrejött a Repülő Kiképző Ezred. Parancsnoka Holler János őrnagy lett. A repülőtéren ekkor a MIG-15 típus különböző változatai és az L-29 "Delfin" -ek üzemeltek.

#### HARCI FELADATOK ELŐTT ...

Az iskola repülő ezrede 1970-től folyamatosan kivált az ekkor már főiskolaként működő intézmény szervezetéből és 1971. november 15-én az OLP alárendeltségébe került. Az MN 1929 felderítő repülő ezrednél - mint harci alakulatnál - megszűnt a repülő tisztképzésben betöltött korábbi szerepvállalás. Ekkor a repülőtér építése új lendületet kapott, hisz a műszaki kiszolgálás, a gépek elhelyezése és természetesen a technikai feltételek is a kor követelményeitől jóval elmaradtak. Az így megindult fejlesztések eredményeképpen a '80-as évekre egy korszerű repülőtér került kialakításra.

Az L-29 "Delfin" és MIG-15 típusú gépekkel ellátott felderítő ezred - az MH fejlesztési és diszlokációs elgondolásai alapján - 1984. április 01-jével megszűnt és ezt követően az MN 1936 vegyes szállító repülő ezred vette birtokba a repülőteret.

A MI-8 és AN-26 típusú gépekkel rendelkező alakulat 1985-től ismételten szerepet kapott a hazai repülőtiszt-képzésben. Nevezetesen a Killián György Repülő Műszaki Főiskola 1985/86. tanévétől folyamatosan helikoptervezetők gyakorlati képzését folytatják évről-évre. 1985. május 01-jével új parancsnoka lett az ezrednek, így a repülőternek is. A nyugál-

lományba vonult Holler János ezredes után Békési József al-  
ezredest neveztek ki parancsnoknak.

Az azóta eltelt idő alatt napjainkig tovább fejlődött  
és fejlődik a repülőter. Nemcsak az elhelyezési, hanem a re-  
püléstechnikai fejlesztések kivitelezése is napirenden lévő  
kérdés, így azok a későbbi történetírás alapjával szolgálnak  
majd.



# › MÁSOK ÍRJÁK ‹

Kuznecov, G. - Szavin, V.:

## TÁMAD A VADASZHELIKOPTER

(Fordítás az АВИАЦИЯ И КОСМОНАВТИКА 1991. évi  
1. számban megjelent cikk alapján)

Fordító: Óvári Gyula mk. őrnagy

A harci helikopterek megjelenése szükségessé tette a gépesített lövész alegységek csöves- és rakéta-légvédelmi komplexumokkal történő ellátását. Ez - bár csak időlegesen - a "kard" és "pajzs" között egyensúlyi helyzetet teremtett.

A katonai szakemberek véleménye szerint a szárazföldi csapatok légvédelmének hatékonysága számottevően megnő, ha olyan vadász- és felderítő-helikopterekkel egészülnek ki, amelyek információs rendszere össze van kapcsolva a csöves-, illetve rakétalégvédelemmel. Végeredményben egy ilyen légvédelem leküzdése az ellenséges harcjárművek tevékenységének hasonló eszközökkel történő koordinálását feltételezi.

Elméleti megfontolások és gyakorlati tapasztalatok egyöntetűen azt bizonyítják, hogy a meglévő vadász- és csata-repülőgépek - nagymértékben eltérő műszaki jellemzők és meteorológiai minimum lehetőségeik miatt - csak igen kis hatékonysággal alkalmazhatók helikopterek leküzdésére. Ennek következményeként dolgozták ki a "helikopter helikopter ellen" koncepciót, amely napjainkban már nem is csak perspektíva, mivel az USA rendelkezik felderítő helikopterekkel. Végsősoron csak a forgószárnyas vadászgépek kérdése stagnál. Több ország helikoptert gyártó vállalata is törekszik - több-



-kevesebb sikerrel - a már meglévő légi járművei átalakításával, azokat légiharc megvívására alkalmassá tenni.

Ennek érdekében az amerikaiak intenzíven hozzákezdtek az AH-64 "Apache" fenti követelményeket kielégítő változatának kifejlesztéséhez. Egyidejűleg az LHX-program (Light Helicopter Experimental-könnyű /harci/ helikopter, ford. megj.!) keretében megvizsgálták más, légiharcra alkalmas repülőeszközök létrehozásának lehetőségét is. Fegyverzetük forgótoronyban elhelyezett gyorstüzelő gépágyúból, illetve "levegő-levegő" osztályú "Stinger", "Sidewinder", "Sidarm", "Mistral", vagy "Starstreak" önirányított rakétákból tevődne össze.

Az előzőekben felsorolt feladatok átfogó és kiterjedt voltáról tanúskodik a megoldásukhoz szükséges pénzügyi ráfordítások nagysága is. Például, csak a "Stinger" rakéta helikopteron történő alkalmazásának kutatási költségei, már 150 millió dollárt emésztett fel. Az LHX-program keretében az USA négy legjelentősebb helikopter-gyártó cége egyenként 80-100 millió dollár értékű földi modell-komplexumot alakított ki a helikopterek közötti légiharc tanulmányozására. És végül az 1986-ban megkezdett vadászhelikopter fejlesztési program /ACAF/ keretében az elmúlt év kezdetéig 50 millió dollárt fordítottak az egyes helikopterek, valamint a helikopter-közelékek közötti légiharc kísérleteinek első négy szakaszára.

Hasonló kérdések foglalkoztatják a francia és német repülőgépgyártókat is. E szakterület specialistái szerint számukra inkább egy kis sebességű, közvetlen földfelszín felett manőverezni képes, a francia "Epsilon" kategóriának megfelelő, könnyű vadászrepülőgép tervezése a legcélszerűbb.

Mindezek hazánkat is (itt a Szovjetuniót - ford.) arra készíteti, hogy perspektivikus fejlesztési tervei kialakításánál figyelembe vegye az új haditechnikai eszköz létrehozására irányuló külföldi törekvéseket.

A vadászhelikopter elsősorban a speciális körülmények között megvívott harc követelményeinek kell megfeleljen. Ezért repülési-műszaki jellemzői sem szükségesek különbözzenek azoktól a harci-, illetve felderítő-helikopterekétől, amelyek feladataikat a frontvonal közelében, a szárazföldi erők hadrendjében, bonyolult terepviszonyok között, a légvédelmi eszközök hatékony megsemmisítési zónájában hajtják végre. Ilyen térségben csak vízszintes manőver valósítható meg korlátozás nélkül. A függőleges síkban végrehajtott, illetve térbeli manővereket alulról, a földfelszínnel történő ütközés lehetősége, felülről a légvédelem megsemmisítési övezete korlátozza.

Ugy vélik, hogy a repülőgépek légiharcban történő alkalmazásának alapelvei teljes egészében megfelelnek a helikopterek számára is. Azaz, törekedniük kell az ellenség elsőként történő észlelésére, azonosítására, a célzásra és tűzmegnyitásra, illetve a leginkább célravezető harcelfjárás időben történő megválasztására.

A harctevékenység felosztható:

- a megsemmisítő eszközök alkalmazási feltételei szerint:

- + távoli, rakétával vívottra;
- + közeli "manőverezőre";

- résztvevők száma szerint:

- + kötelékek és
- + egyes légijárművek

közöttire;

- jellege szerint:

- + támadóra
- + védelemre.

A helikopterek harci alkalmazási légtérében nagymérvű füst- és porképződés várható. E sajátosság ugyan megnehezíti a légicélok nagytávolságról történő felderítését, de lehetővé tesz meglepetésszerű támadást kis és közepes távolságról. Ez alapvető különbség a helikopter és a vadászrepülőgép harci alkalmazási körülményei között.

A légvédelem kötelékében alkalmazott vadászhelikopterek alapvető feladatai közé tartozik a páncélozott harcjárművekkel, a csöves és rakétás légvédelmi tüzérséggel felszerelt alegységek, valamint a csapásmérő és deszantszállító helikopterek ellenséges légicsapástól történő oltalmazása. Vagyis rájuk hárul valamennyi ellenséges helikopter-fajta, csatarepülőgép és a földi légvédelmi eszköz megsemmisítése.

Külföldi szakértők nézete szerint az ilyen feladatkör speciálisan erre a célra konstruált helikoptert igényel. Ennek geometriai méretei és tömege a lehető legkisebb, hajtóműve kimagaslóan gyorsulékony, valamint különlegesen nagy teljesítményű legyen, manőverezőképessege és repülési sebessége mlja felül az ellenség hasonló kategóriájú légijármű-

veit. Úgy vélik, hogy a valamennyi követelménynek megfelelő vadászhelikopter az alábbi jellemzőkkel kell rendelkezzen:

- a harci helikopterekével megegyező statikus csúcsmagasság, maximális sebesség azonban 30-50 km/ó-val haladja meg azokét;
- közvetlen földfelszín feletti, terep követő repülési- és manőverezőképeség, amely lehetővé tesz  $\pm 90^\circ$ -os szögben ugrást és zuhanást, valamint  $\pm 90^\circ$ -os bedöntésfordulót, illetve térbeli harcmanőverek végrehajtását  $n_y = (-1) + 3,5$  túlterheléstartományban. Ezenkívül legyen alkalmas nagy szögsebességű ún. "pedál-fordulók" (y-tengely körüli elfordulások) végrehajtására, mind függésben, mind haladó repülés során;
- alacsony felderíthetőségi szintje, páncélvédettsége, manőverezőképesége és fedélzeti rádiónyeltronikai harceszközei együttesen biztosítsanak magasfokú harci túlélőképességet;
- rendelkezzen olyan célzóberendezés komplexummal, amely rossz látási viszonyok és zavarások közepette is képes körkörös kitekintést biztosítani, lehetővé téve nagy távolságról a célok felderítését és felismerését. Legyenek megbízható "saját-idegen" felismerő, valamint lézer- és rádióhullám besugárzást érzékelő rendszerei is;
- a helikoptervezető sisakjában épített célzó-, tűzvezető-, figyelmeztető rendszer tegye lehetővé a gyors célzást és tűzmegnyitást. Rendelkezzen olyan rend-

szerrel is, amely jelzi a határüzemmódok megköze-  
lítését. Ezzel a hajzóó állományt olyan mértékben  
tehermentesítse, hogy számára a légijármű vezetéséből  
lehetőség szerint csak a döntéshozatal maradjon;

- a fedélzeti csöves- és rakétafegyverzet elfordítható  
talapzaton történő rögzítése, valamint a helikopter  
kiváló manőverezőképesége együttesen biztosítson ha-  
tékony tüzelést a tér bármely irányába, az ellenség  
váratlan feltűnésekor is. A hiperszónikus sebességű  
"levegő-levegő" osztályú fedélzeti rakétái "indítod-  
elfelejtjed" elv szerint működjenek.





Természetesen a felsorolt követelmények közül több is ellentmond egymásnak, így valamilyen, egyetlen légijárműben nem szintetizálható. Többek között egyszerűen azért, mert levegőbe emelkedni sem lenne képes. A felsorolt igényeknek leginkább megfelelő vadászhelikopter létrehozása a "hatékonyság - költségráfordítás" kritériuma alapján valósulhat meg úgy, hogy közben figyelembe kell venni a különböző jellemzők együttes hatását is a helikopter, mint fegyverrendszer minőségi mutatóira.

A vadászhelikopter-vezetők kiképzése során azonban speciális feladatok is jelentkeznek. Megválaszolatlan kérdés, hogy a sportrepülők, illetve berepülőpilóták által végrehajtott nagybonyolultságú műrepülő gyakorlatok, ebben a tiszta formában légi harc közben alkalmazhatók-e. A gyakorlati szakemberek véleménye szerint légi harcok csak elemi, illetve elkülönülve néhány bonyolult műrepülő figura, valamint az ismert harci manőverek (ugrás, zuhanás, forduló, harcforduló, ugrás fordulóból, függés és haladó repülés közbeni "pedálforduló") valósulhatnak meg. Úgy tartják, elengedhetetlen, hogy a helikoptervezető bonyolult, nem standard műrepülő elemeket is magába foglaló saját "trükk-repertoárral" rendelkezzen, melyet elhatározása szerint variálhat légi harc közben.

Az, hogy milyen sikerrel alkalmazzák a fenti manővereket a pilóta mesterségbeli tudásától függ. A gépszemélyzet felkészültségének értékelése nemcsak a bonyolult helyzetekben tanúsított megfelelő válaszreakciók, hanem az ilyenek prognosztizálásának képessége alapján is történik. A szakemberek feltételezik, hogy bármelyik - az egységes védelmi-elhárító koncepció alapján, felderítő-, harci- és vadászhelikopter triádok alkalmazó - ország az ellenség pán-



célos és légmozgékonyaságú erőknek behatolása esetén jelentős főlényre tehet szert, ami az eredményes védelmi harctevékenység megvívásának alapvető fontosságú feltétele.

