



ZMNE REPÜLŐTISZTI INTÉZET

# REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

XIII. évfolyam 32. szám

2001.



A ZRÍNYI MIKLÓS  
NEMZETVÉDELMI EGYETEM  
TUDOMÁNYOS KIADVÁNYA

**Repüléstudományi Közlemények**  
**XIII. évfolyam 32. szám**  
**2001/1.**

**A ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM  
TUDOMÁNYOS LAPJA**

**Szerkesztette:**  
Békési Bertold

**A szerkesztőség címe:**  
5008, Szolnok, Kilián út 1.  
Telefon: 56-343-422 (48-75 mell.)

**Szerkesztőbizottság:**

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

**Lektori Bizottság:**

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

Felelős kiadó: Dr. Szabó Miklós, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem rektora  
Felelős szerkesztő: dr. Hadnagy Imre József  
Tervezőszerkesztő: Békési Bertold  
Készült a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Repülőtisztai Intézet nyomdájában, 250 példányban  
Felelős vezető: Szepesi János

**ISSN 1417-0604**

## TARTALOMJEGYZÉK

### HADTUDOMÁNYI ROVAT

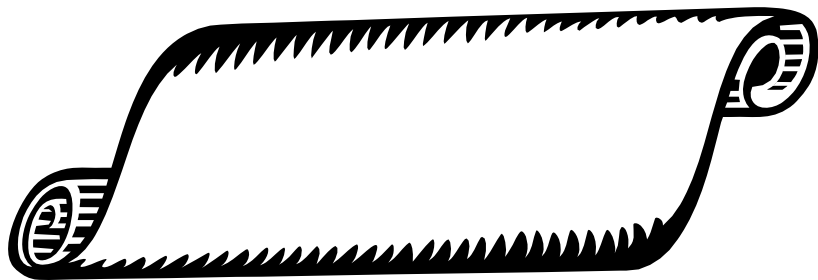
<b>Dr. Krajnc Zoltán–dr. Hadnagy Imre József</b> Doktori (PhD-) értekezés a magyar légierő doktrínáját befolyásoló tényezőkről	<b>7</b>
<b>Kovács József</b> A NATO szabványosítási rendszere és a STANAG-szabványok	<b>25</b>
<b>Dr. Peták György</b> Forradalmian új fejlesztési irány a légi háborúk megvívására	<b>39</b>
<b>Dr. Jakab László</b> A légierő továbbképzési osztály 1997–2001	<b>43</b>
<b>Félegyházi Török Imre</b> A drogreprevenció feladatai a légierő csapatainál	<b>49</b>

### KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI ROVAT

<b>Dr. Rohács József</b> Informatikai hálózatok és intelligens eszközök a modern harcászat alapjai	<b>65</b>
<b>Szilvássy László</b> Korszerű üzemeltetési eljárások és azok mérhető paraméterei	<b>81</b>
<b>Marton Csaba</b> Pilóta nélküli repülőeszközök mikroméretű változatainak alkalmazása felderítési feladatokra	<b>97</b>
<b>Veres Lajos</b> Regionális versenyképesség és a közlekedési rendszerek	<b>107</b>
<b>Szűcs Levente</b> Precíziós bombázás (Mítosz, valóság vagy reklámfogás?)	<b>113</b>
<b>Szekeres József</b> A repülőterek talajvédelme és az eddig okozott környezeti károk felszámolásának módszerei	<b>125</b>

## MŰSZAKI TUDOMÁNY ROVAT

<b>Békési Bertold</b>	
A megbízhatóság-elmélet és annak gyakorlati alkalmazása a meghibásodások valószínűségére	<b>133</b>
<b>Urbán István</b>	
A navigáció fejlődése a XVIII. századig	<b>145</b>
<b>Visontai Mirkó–Samu Gábor–Kiss László–Szabó Szilárd–Várkonyiné Kóczy Annamária</b>	
Autonóm 3D navigációs stílusok	<b>157</b>
<b>Teréki Csaba</b>	
Mobil hírközlési rendszerek II.	<b>167</b>
<b>Rezümé</b>	<b>189</b>
<b>Szerzők</b>	<b>193</b>



## HADTUDOMÁNYI ROVAT

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



## DOKTORI (PhD-) ÉRTEKEZÉS A MAGYAR LÉGIERŐ DOKTRÍNÁJÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐKRŐL

2000. november 30-án a ZMNE egyik doktorandusza<sup>1</sup> a cikk társszerzője sikeresen védte meg doktori (PhD-) értekezését. *A magyar légierő doktrínáját befolyásoló tényezők komplex vizsgálata* téma kidolgozásával egy hiánypótló alkotás született.

A nyugati katonai kultúra magyarországi meghonosítása új eszmeiséget követel a doktrínaalkotás területén is; a szövetség követelményeinek, valamint hazánk nemzeti sajátosságainak megfelelő feladatvállalásnak tükröződni kell a légierő doktrínában, ami vezérgondolatként húzódik végig az írásművön.

A doktori (PhD-) értekezés módszeresen tárja elénk mindazt, amit a doktrínaalkotónak végig kell gondolni, amit meg kell vizsgálni, a munka végeredményeként írásban megjeleníteni a feladat sikeres megoldása érdekében.

Sajnálatos, hogy az értekezés nyilvános vitája „belterjesre” sikerült, ugyanis a ZMNE Légvédelmi tanszék és a jelölt együttes erőfeszítése sem volt elegendő a HVK, LVK, SZVK és más katonai szervezetek szakembereinek összetoborzásához. A téma fontossága, az értekezés eszmeisége, a kidolgozás minősége, az ajánlások mindenképpen széles nyilvánosságot igényeltek volna. Különösen sokat meríthettek volna további munkájukhoz a vezérkarok doktrinális alosztályai, amelyek doktrínakidolgozással hivatásszerűen foglalkoznak. Az értekezés lényegének közreadása a nyilvánosság egy más fórumán sokak érdeklődését felkeltheti.

A Bíráló Bizottság elnöke<sup>2</sup> is hiányolta a külső szakemberek jelenlétét a nyilvános vitát megnyitó beszédében.

Az értekezés egyik hivatalos bírálója — a cikk egyik társszerzője<sup>3</sup> — a szerző korábbi munkatársa, akinek alkalma volt a jelölt munkáját kezdettől figyelemmel kísérni, az írásmű elkészítését szolgáló erőfeszítéseit észlelni, a témában készített pályázati tanulmányait olvasni, a doktrína elvi kérdéseivel foglalkozó cikkeit feldolgozni, közvetlenül tapasztalta, hogy Krajnc Zoltán mk. őrnagy a kutatómunkáját nagy szorgalommal, példaszerűen és nagyon komolyan végezte, elért eredményeinek mindenkor kellő nyilvánosságot adva végezte. Az értekezés a végső formájában jelentős alkotás és a magyar doktrína-kidolgozók nélkülözhetetlen kézikönyve lehet.

---

<sup>1</sup> Krajnc Zoltán mk. őrnagy a légvédelmi tanszék egyetemi adjunktusa.

<sup>2</sup> Dr. Szabó Miklós nyá. vezérőrnagy, egyetemi tanár, DSC, a ZMNE rektora ma már akadémikus.

<sup>3</sup> Dr. Hadnagy Imre József alezredes, tanszékvezető, egyetemi docens.



A hivatalos bírálatok egybehangzóak abban a tekintetben, hogy az értekezés egy hiánypótló mű, a doktori szabályzat előírásainak megfelelő, tudományos eredményeket tartalmaz, a jelölt önálló munkája, illetve az értekezés elkészítésével és megvédésével a szerző bizonyította alkalmasságát a további kutatómunkára.

A cikk a doktori (PhD-) értekezés legfőbb gondolatait a szerzői ismertetőt alapul véve adja közre valamint rövidítve a Bíráló Bizottság véleményét ismerteti.

## AZ ÉRTEKEZÉS BEMUTATÁSA

A téma kidolgozásának és időszerezésének indokai:

- a Magyar Köztársaság biztonságpolitikai koncepciójának részeként ki kell dolgozni a katonai doktrínát, amelynek integráns részét fogja képezni a légierő doktrínája;
- a magyar katonai szaksajtóban a különböző doktrínákkal foglalkozó cikkek, publikációk nem vizsgálták együttesen a légierő doktrínát meghatározó tényezőket;
- a hazai publikációk nem tisztázták egyértelműen a légierő doktrína helyét, szerepét a haderő alkalmazását szabályzó irodalmak rendszerében;
- a doktrínákban leírt elvek, eljárások és ajánlások természetükből fakadóan nem örökérvényűek, nem „kőbe vésettek”, ezért a doktrínakutatásnak és fejlesztésnek folyamatosnak kell lennie, amelynek elméleti háttéréhez az értekezés is hozzájárul;
- a (légierő) doktrínának tükröznie kell a magyar sajátosságokat, ezért a nemzeti légierő doktrínájának kidolgozásánál és folyamatos „*karbantartásánál*” (pontosításánál) szükség van a hazai doktrínakutatások eredményeire is.

A témában folytatott kutatómunka céljai:

- a nemzeti biztonsági, a nemzeti katonai stratégia és a katonai doktrínák kapcsolatrendszerének az összegzése;
- a légierő doktrína helyének, szerepének a feltárása a haderő alkalmazását szabályzó dokumentumok rendszerében;
- a magyar légierő doktrína legfőbb determinánsainak az egységbe foglalása;
- a NATO légi hadviselési elveinek szintetizálása, a magyar légierő szellemi integrációs stratégiájának meghatározásához;
- a NATO légierő doktrínák vezetéssel kapcsolatos nézeteinek az összefoglalása;
- Magyarország katonaföldrajzi tényezők befolyásoló hatásainak a meghatározása a légierő haderőnemi doktrínájára;
- ajánlások megtétele a magyar légierő doktrínájához valamint a folyamatos doktrínakutatáshoz;

## Az értekezés felépítése és főbb megállapításai

Az első fejezet címe: *A légierő doktrína helye, szerepe a haderő alkalmazását szabályzó dokumentumok rendszerében*. A NATO-tagállamokban, a fejlett nyugati demokráciákban általánosan elfogadott biztonságpolitikai okmányrendszer részei a nemzeti biztonsági stratégia, a nemzeti katonai stratégia. A hierarchikus struktúra harmadik eleme, a katonai doktrína esetében szakítani kell a doktrína korábbi, a Varsói Szerződés idejében alkalmazott, értelmezésével. A katonai doktrína az az eszköz, amelynek segítségével a nemzeti biztonsági és katonai stratégiában meghatározott célkitűzések megvalósíthatóak a tagállamokban. A doktrínát — a szűkebb értelmezés szerint — egyfajta szabálykönyvként, a teljes fegyveres erők, vagy egy-egy szegmensének alkalmazására, felkészítésére és fejlesztésére vonatkozó alapelvek, iránymutatások összességéként fogható fel, amely nem egy okmányban, hanem az ún. doktrinális irodalmak rendszerében testesül meg. A tágabb értelmezésű megközelítésben egyfajta ismeretrendszerként fogható fel, amely összegzi azokat a hadtudományi ismereteket, amelyeket az adott korszakban a katonai szakma relevánsnak fogad el.

A szövetségben és a tagállamokban, a szűkebb értelmezés szerinti doktrínák formailag lehetnek (had-)műveleti, és anyagra valamint technikai eszközre vonatkozó előírások, szabályok, amelyeket az ún. STANAG-ekben<sup>4</sup> jelentetnek meg. A vizsgálat tárgyát a műveleti doktrínák képezik, amelyek szabványosítják, és ezzel egységesítik a katonai műveletek során alkalmazott elveket és eljárásokat. Megkülönböztethetünk ún. együttes, környezeti illetve szövetséges doktrínákat. A légierő doktrína környezeti doktrínaként értelmezhető, de megjelenik szövetséges kiadványként is, mint a tagállamok légi hadviselési képességeinek integrálására szolgáló ajánlások, elvek összessége.

A doktrína a légierő szintjén sem egy egységes okmány, hanem a légi hadviselés és a légierő haderőnem adminisztrációjának különböző területeit szabályozó publikációk összessége, amely itt is doktrinális irodalomrendszert képez. Mind a szövetségi, mind a nemzeti légierő doktrinális irodalmak között található egy központi kiadvány, amelyik integrálja a légi hadviselés teljes spektrumát és kiindulási alapot képez a részletesebb irányelveket tartalmazó alacsonyabb szintű publikációk számára.

A legjellemzőbb központi doktrínák főbb tartalmi és formai összetevőit elemezve megállapítható, hogy azonos katonai gondolkodásmód, és hadviselési filozófia mentén alkották meg őket, azonban megfigyelhetők közöttük tárgyi, strukturális és formai különbségek. Az eltérések fakadhatnak az adott doktri-

---

<sup>4</sup> Standardisation Agreements — szabványosítási egyezményekben.

na rendeltetéséből is, hiszen egy szövetséges légi doktrínának más a funkciója, mint egy nemzeti légierő doktrínának. Származhatnak abból a tényből is, hogy az összevetés egy adott doktrinális helyzetet tükröz, így elképzelhető, hogy a korszerűbb ismereteket és eljárásokat még nem minden doktrínába dolgozták bele. Differenciákat okozhatnak az ún. nemzeti sajátosságok is, mert a NATO szuverén államok szövetsége, ezért vannak olyan fejezetek (részek), amelyeket valamely nemzet nem fogad el, illetve elképzelhető olyan doktrinális elem is, amelyet valamely nemzet a katonai hagyományai tiszteletéből helyezi még mindig a kurrens doktrína szintjére.

A vizsgált doktrínák főbb tartalmi csomópontjait összegezve és elemezve megragadható a NATO hivatalos légi hadviselési felfogása.

Az *első ilyen súlyponti problémakör* magával a doktrínával, mint a légierő alkalmazásának, fejlesztésének és felkészítésének alap illetve szabályzó okmányával foglalkozik. Meghatározza a doktrína fogalmát, célját, alkalmazását, és elhelyezi a légierő doktrínát a szabályzó dokumentumok rendszerében, és rávilágít arra, hogy mely okmányokkal célszerű együtt alkalmazni. A doktrínát a fegyveres erők alkalmazására vonatkozó — alapelveket, irányelveket és ajánlásokat tartalmazó — szövetséges vagy nemzeti kiadványként értelmezi. A légierő doktrínák pedig a légi hadviselés általános felfogását tükrözik, amelyek ajánlásokat és módszereket adnak a parancsnokoknak a harci alkalmazás különböző eseteire. Fontos információt hordoz a doktrínák struktúrájának a vizsgálata is, így képet kaphatunk a teljes hadviselési felfogásról, a különböző doktrínák közötti kapcsolatrendszerből pedig következtethetünk az alá-fölérendeltségekről, a prioritásokról, a struktúra változásaiból pedig a főbb trendek szűrhetőek ki. Az alapkörök összefoglalják a doktrínakészítés főbb kérdéseit valamint a legjellemzőbb meghatározó tényezőket.

A *második kérdéskör* nemzeti doktrína esetén az adott nemzet és a háború viszonyát, a szövetséget érintően pedig a NATO háborúról vallott filozófiáját összefoglalja. A doktrína leírja az állam (szövetség) nézeteit a lehetséges háborúk jellegéről, formáiról (a konfliktus spektruma), továbbá tisztázza a háború szintjeit és elveit, valamint elhelyezi a fegyveres erőket — benne a légierőt — a nemzetbiztonság garancia-rendszerében. Tulajdonképpen itt található az állam (szövetség) légi hadviselési koncepciója és a háború légi komponensének a jellemzői. A háborúfelfogás a doktrinális irodalmak lényeges eleme, hiszen a különböző okmányokat meg kell feleltetni a háborúról vallott alapvető elveknek. A légi hadviselésről vallott gondolkodásmód is — a háborúértelmezéshez hasonlóan — folyamatosan fejlődik, a kurrens doktrínákban mindig a legáltalánosabban elfogadott felfogás található.

A doktrínák *harmadik fő tartalmi területe* a légierő vezetésének és irányításának a kérdéseivel foglalkozik. Meghatározza a vezetés és irányítás fogalmát,

típusait és szintjeit. Megadja és magyarázza a vezetés alapelveit, leírja a vezetési folyamatot valamint a vezetési és irányítási szervezetet, a különböző szintű parancsnokok jogosultságait és kötelmeit. Bemutatja az erők kijelölésének, az erő-kifejtés elosztásának, az átalárendelésnek és a támogatásnak a főbb folyamatait. A tárgyalta doktrínák a vezetés szerepét kiemelten kezelik.

A doktrínák *negyedik területe* a légierőt írja le, mint a fegyveres erők egyik haderőnemét. Tisztázza a légierő fogalmát, meghatározza jellemző tulajdonságait, erős és gyenge oldalait valamint alkalmazásának főbb törvényszerűségeit béke- (megőrzés, fenntartás, teremtés), válságkezelés és háború időszakára. Tartalmazza a légtér katonai felhasználásának és ellenőrzésének a rendjét illetve a légtérben folyó fegyveres küzdelemről vallott nézetek szintézisét.

Az *ötödik rész* a légierő által alkalmazható hadműveletek céljával, típusaival és főbb tartalmi elemeivel foglalkozik. A műveletek kategorizálása és tartalma döntően azonos a tárgyalta dokumentumokban, de megfigyelhetőek kisebb vagy nagyobb eltérések is. Ezek azonban nem olyan mérvűek, hogy ne hordoznák magukban az azonos vagy közel azonos gondolkodásmód ismérveit.

*A légi doktrínák elemzése után levont következtetések:*

- a vizsgált okmányok hadműveletei formailag és tartalmilag alapvetően megegyeznek. Az AP-3000, az LDv.100/1, az AFDD-1. — mint nemzeti, környezeti a légierőre vonatkozó alapokmány — a nemzeti érdekek érvényesítésének katonai, a légierő alkalmazását leíró forgatókönyvét adja meg, míg az ATP-33 (B), az AJP-3.3 — szövetségi, környezeti doktrínák — a NATO harcászati repülő-erőforrások alkalmazását szabályozza, a nemzeti erőfeszítéseket integrálja, ezért a hadműveletekben jelentős eltérés nem is lehet;
- egyetlen doktrína sem ragadható ki az ajánlások egész spektrumát átfogó doktrinális irodalom rendszeréből. Az adott témakörből a teljes képet valamennyi dokumentum együttes tanulmányozásával kaphatjuk meg;
- a német légierő Ldv.100/1 jelű dokumentuma jól példázza, hogy a nemzeti sajátosságok figyelembevétele nem jár szükségszerűen elvi kompromisszumokkal;
- tendenciának tekinthető, hogy az USA légierő doktrínáiban jelentkező új kategóriák, fogalmak és eljárások kis fáziskéséssel megjelennek a NATO-dokumentumokban is. Például az AFDD-1 alapidoktrína már nem *légierőről* és *légi műveletekről* ír, hanem *légi- és űrerőről*, valamint *légi- és űrműveletekről* majd ezek után megfigyelhető, hogy az AJP-3.3 szövetségi doktrína is ezeket a kategóriákat használja;
- a vezetés-irányítás szempontjából jól elkülöníthetőek a nemzeti és szövetséges doktrínák, hiszen a multinacionális, összhaderőnemi műveletek tervezése, szervezése és végrehajtásának a vezetése a parancsnokok számára specifikus követelményeket támasztanak;

- a globális szembenállás megszűnése után a légierő doktrínákban is megfigyelhető trend, hogy a fenyegetettségen (veszélyeztetettség) alapuló haderőmodellt felváltotta az ún. képességalapú fejlesztési gyakorlat, így például az USA légierő a technológiai-technikai fölényen alapuló képességek kialakítására helyezi a hangsúlyt;
- a hazai doktrínafejlesztés területén gondot okoz, hogy nem teljesen nyílt rendszerben folyik, a doktrínaírásban közvetlenül nem érintett szakemberek a *nyers* változatokat nem véleményezhetik széles körben. Célszerű lenne adaptálni az amerikai metodikát, amely szerint a doktrínáknak az első, második stb. ún. *draft* változatát a világhálón mindenki számára hozzáférhetővé teszik, így lehetővé válik a széleskörű szakmai közvélemény számára is a reagálás és az esetleges javaslatok megtétele. Így a doktrínák megalkotása során rendkívül nagy szellemi kapacitásokat mozgósíthatnának, és nemcsak egy szűk csoport elgondolása érvényesülne;
- a nemzeti sajátosságokra való hivatkozás ürügyén az uralkodó (általánosan elfogadott) katonai kultúrától eltérő tartalmi elemek beépítése a nemzeti doktrínába fogalmi káoszt, értelmezési nehézségeket és a végrehajtás során hatékonyságromlást okozhat;
- a doktrínafejlesztés utóbbi két évében, már túllépve a kezdeti nehézségeken, elkezdődött a régi szabályzatok leváltása egy szellemiségében új, NATO-elveken alapuló doktrínarendszerrel. Ez a folyamat várhatóan hosszabb időszakot ölel fel, nagy munkát, körültekintő adaptációs tevékenységet, kiterjedt hazai kutatásokat igényel;
- valószínűsíthető, hogy a fejlesztések a kompatibilitási készségek megteremtése csak fokozatosan, nem egy ütemben, nem a haderőnem teljes vertikumában és hierarchiájában valósul majd meg, ezért a doktrinális irodalmakban szabályozni kell a még együttműködésre képtelen (nem interoperábilis) komponensek alkalmazásának a kérdéseit is;
- olyan új légierő-elméletre van szükség, amely kisebb, de rugalmasabb erők alkalmazását támogatja.

Ez a fejezet tárgyalja a stratégia- és doktrínaalkotás magyarországi helyzetét. Áttekinti a formálódó hazai biztonságpolitikai okmányrendszer főbb tartalmi elemeit, egymáshoz való viszonyukat valamint a doktrínafejlesztés jelenlegi állapotát.

A Magyar Köztársaságban tervezett dokumentumrendszer alapjaiban megfelel a NATO-tagállamok ez irányú gyakorlatának. A biztonsági architektúra csúcsszabályzója a biztonság- és védelempolitikai alapelvek, amely kiinduló alapul szolgál a kormányzati kompetenciába tartozó biztonsági és katonai stratégia kidolgozásához. A doktrína kidolgozási sorrendje felborult, hiszen nem készültek el a magasabb szintű okmányok, ezért azok nem szolgálhattak irányelvekként az alacsonyabb szintű dokumentumok számára. Így törvényszerűen a

kidolgozó, fejlesztői munka párhuzamosan folyik, ami fokozott párbeszédet és koordinációt igényel az egyes munkacsoportok között.

*A magyar légierő perspektivikus alap- illetve hadműveleti doktrínájának struktúrájára, tartalmi követelményeire vonatkozó javaslat:*

Az *első részben* honvédelmünk törvényi alapjait, a biztonság- és védelempolitikai alapelveknek, a biztonsági és a katonai stratégiának egy rövid összefoglalóját, összegzett lényegét kell megadni. Ez azért fontos, mert a doktrínának — mint a haderőnem önálló, legmagasabb szintű szabályzó okmányának — tartalmaznia kell minden olyan lényeges információt, ami az alkalmazás minden lehetséges körülménye között iránymutatást biztosít a haderőnem valamennyi tagja számára. Ebben a részben jelenhet meg az ország és a fegyveres erők viszonyrendszere, tisztázhatók a háború, a válsághelyzetek és a békeállapot katonai feladatai. Mindezek alapján meghatározható a légierő rendeltetése és feladatrendszere. Itt kerülhetnek ismertetésre a válságkezelési, a háborús és békeműveleti alkalmazás alapelvei. Mindezeket túl szükséges a légierő alkalmazási elveinek, szabályainak és törvényszerűségeinek hadtörténelmi — a lehetőség szerinti magyar — példákkal való igazolása.

A *második részben* célszerű meghatározni a doktrína fogalmát, szintjeit és funkcióit, megjelölni helyét a hierarchikus szabályzó okmányrendszerben. Ez a rész adja meg a kapcsolódó okmányokat is, amelyek együttes tanulmányozásával kapható kép a légi hadviselés teljes spektrumáról.

A *harmadik rész* tartalmazza a légierőről, mint katonai szervezetről és mint haderőnemről valamint a légtérben folyó fegyveres küzdelem törvényszerűségeiről vallott nézetek szintézisét. Mivel a vezetés és irányítás kérdésköre döntően befolyásolja a fegyveres küzdelem kimenetelét, ezért az ezzel kapcsolatos főbb kérdéseket — a fejezet részeként vagy akár önálló fejezetként — kiemelten kell kezelni.

A *negyedik rész* — a doktrína legnagyobb terjedelmű része — tartalmazza a hadműveleti alkalmazás formáinak konkrét leírását. Ebbe a részbe célszerű bedolgozni a Magyar Honvédség Légierő számára prognosztizálható műveleti formák fogalmát, tartalmát, erőforrásait és a végrehajtás speciális követelményeit.

Az *ötödik részben* lehet tisztázni a légierő és a szárazföldi haderőnem együttes, összhaderőnemi alkalmazásának főbb elveit valamint — szövetségi viszonyok között — a nemzeti és a szövetségi erőfeszítések integrálásának szabályait. Természetesen az összhaderőnemi és szövetséges alkalmazás kérdéseit az együttes és szövetséges doktrínáknak kell teljes részletességgel tartalmazniuk.

Mivel a doktrínában célszerű meghatározni a kiképzés és felkészítés rendjét, főbb irányelveit, ezért a *hatodik részben* — ami akár a doktrína melléklete is lehet — a reális katonai, a légteret felhasználó képességek kialakítása céljából célszerű rögzíteni a kiképzés, a felkészítés általánosan megfogalmazott, hosszú távú követelményeit.

Természetesen a doktrína elvei, szabályai folyamatos pontosításokat igényelnek, amiknek azonban folyamatosan, tudatosan és célirányosan kell lezajlaniuk, ezért a dokumentumnak a permanens doktrínakutatás céljait, főbb területeit, a kutatási eredmények beépítésének mechanizmusát is szükséges tartalmaznia.

A Magyar Honvéd Légierő doktrínáját meghatározó tényezőket csoportosíthatjuk. Az első csoportba a magyar nemzeti meghatározókat, a másikba pedig a NATO szövetségi tagságunkból levezethető követelményeket rendezhetjük be.

A *nemzeti determináns* összetevők vizsgálatánál kiinduló alapként fogható fel, hogy a haderő — benne a légierő — a biztonságpolitika végső eszköze. Ebből következően a feladatrendszere a nemzeti értékeket megjelenítő, a nemzeti érdekeket érvényre juttató nemzeti stratégiákból vezethető le. A nemzeti determinánsok közül elsőnek a Magyar Honvédség Összhaderőnemi Doktrínájára, azon belül is a hadművelési alkalmazási formákat, a vezetés-irányítás valamint a logisztikai támogatás fő kérdéseit tárgyaló fejezetekre fókuszálja a figyelmemet. A haderő minőségi fejlesztését megelőző, átmeneti időszakban azonban fontos determinánsnak tekinthető a légierő jelenlegi állapota, harci képességének helyzete is, a múltból örökölt lehetőségek korlátaival együtt. A fegyveres erők fő feladata és felelőssége a jövőben továbbra is a haza fegyveres védelme lesz, amit elsősorban a Magyar Köztársaság területén és légtérben kell megvalósítani. A haza védelme érdekében végrehajtandó műveleteket döntően befolyásolja a Magyar Köztársaság katonaföldrajzi helyzete, ezért ezt a kérdést is a doktrína determinánsai közé tartozónak tekinti.

A légierő doktrína legfontosabb *szövetségi determinánsai* a NATO stratégiai koncepciója, a légi hadviselés doktrinális felfogása, a légierő vezetésének specifikumai valamint a NATO összhaderőnemi doktrínája. A felsorolt determinánsok közül a stratégiai koncepció és a különböző doktrínákban valamint a legfrissebb kutatási eredményeket tartalmazó hadtudományi folyóiratokban megtalálható légi hadviselési elméletek szintetizáló elemzésével irányelveket képezhetünk a magyar doktrína számára.

Az első fejezetben van még szó a katonai doktrína kidolgozásának folyamatáról és a doktrína szintjeiről.

A második fejezet *A magyar légierő doktrínájának szövetséges meghatározói* címet viseli.

A fejezet először, a szövetséges doktrína-determinánsok közül az Euro-atlanti Tanács 1999. április 23–24-i washingtoni ülésén elfogadott *A Szövetség Stratégiai Koncepciója* című okmányt vizsgálja. Röviden összegzi a dokumentum főbb tartalmi egységeit, összefoglaló táblázatban mutatja be a koncepció struktúráját, valamint az egyes részek leglényegesebb megállapításait.

Rendszerbe foglalja a stratégiai koncepcióból adódó, a magyar légierő doktrína fejlesztését érintő tényezőket, amelyeket elsősorban a koncepciónak a *szövetség*

*feladatrendszerét, a haderő fejlesztés irányelveit* valamint a feladatok sikeres végrehajtását biztosító *katonai képességeket* leíró részeiből adaptálhatjuk. A koncepcióból levezetett követelmények a légierő doktrínára sokszor csak indirekt módon hatnak, egyfajta jövőképet festenek a szövetség perspektivikus védelmi, válságkezelő és békeműveleteinek stratégiai környezetéről valamint a végrehajtásukat biztosító, megkövetelt katonai képességekről. Reálisan nézve a légierőnk csak hosszabb idő után fog feltétel nélkül megfelelni a koncepcióból levezethető követelményeknek. A NATO működésének egyik alapelve, miszerint egyetlen szövetségesnek se kelljen egyedül a saját nemzeti erejére támaszkodnia az alapvető biztonsági kihívások kezelésében, azonban *az elrettentéshez, a kollektív védelemhez valamint a teljes spektrumú feladatok végrehajtásához megfelelő katonai képességek fenntartásában minden tagállamnak részt kell vennie!* Ezek a képességek integráltan jelennek meg, az egyes nemzetek szerepének és felelősségének megfelelő súlyozással.

A koncepció egyik legfontosabb része: az *Irányelvek a szövetség haderejére* című rész tartalmazza az integrált haderő kulcsfontosságú tulajdonságait és sajátosságait, általános érvényű kereteket nyújt a fegyveres erők szervezésére, a kialakítandó főbb képességeire valamint az alkalmazás és felkészítés legfontosabb kérdéseire. A felsorolt kulcsfontosságú sajátosságok egy része azonban csak közvetve hat a magyar légierő hadművelet-elméletére, beleértve a hadműveleti és harcászati doktrínákat is.

A stratégiai koncepció *az integrált haderő kulcsfontosságú tulajdonságait* továbbbontja, részletesen megjeleníti a Szövetség fegyveres erőivel szemben támasztott követelményrendszert is. E követelmények szintén a politika szintjén fogalmazódtak meg, egy részük a nemzeti légierő doktrínáktól magasabb szintű szabályzóknak, fejlesztési terveknek adhatnak kiindulási alapot. Azonban néhány ún. részletes követelményt — ha csak távlatilag is valósítható meg teljes mértékben — célszerű a magyar légierő doktrínákba is bedolgozni, illetve ezek a követelmények kell, hogy jelentsék az elkövetkező időszak hadtudományi kutatásainak az alapját, amennyiben a NATO hiteles és egyenjogú tagjai akarunk lenni hosszabb távon.

A dokumentum alkotói csak úgy tartják teljesíthetőnek a jövő század kihívásaiból fakadó feladatokat, ha a Szövetség fegyveres erői ezeknek a kívánalmaknak megfelelnek, amely egyértelmű minőségi követelményeket támaszt a Magyar Honvédség légereje számára.

*A stratégiai koncepció analizálásának eredményeként a légierő doktrínára, valamint a korszerű hazai légierő-elméletre vonatkozó főbb következtetések:*

- a légierőnek, mint biztonságpolitikai eszközrendszernek a jövőbeni feladatai három fő csoportba sorolhatók:
  - az ország fegyveres védelméhez kapcsolódó feladatok;
  - az ENSZ Alapokmányával összefüggő feladatok;
  - humanitárius feladatok.



- a magyar katonai képességek — ez különösen igaz a légi hadviselési képességekre — pillanatnyilag erősen korlátozottak, azonban az előttünk álló haderőfejlesztési program fokozatos megvalósításával várhatóan a képességeink is fokozottabb mértékben integrálódhatnak a közös, szövetséges képességekbe;
- e képességek nem csak a fegyverrendszerek, a haditechnika lehetőségeiből vezethetők le, hanem jelentős részét képezi az ún. *szellemi* oldal is, amely a humánerőforrás általános tulajdonságaival, a felkészültséggel, a szervezeti struktúrával stb. jellemezhető. Tehát, ha a személyi állomány mind jobban elsajátítja a NATO-elveket, ha egyre többen lesznek képesek megfelelő szinten kommunikálni angolul, és ha a Szövetségben honos módszereket illetve eljárásokat alkalmazzuk a NATO-ban bevált szervezeti struktúrákban működve, akkor jelentős mértékben növekednek a magyar haderő megkövetelt képességei;
- az előzőek logikáját követve a mindenkor hatályos magyar légierő doktrínának kell a szellemi bázisát jelentenie a személyi állomány felkészítésének a Szövetség lehetséges feladatainak a teljes skálájára;
- a nemzeti doktrínák szintjén meg kell jelennie az egységes, (NATO-kompatibilis) hadművelési tervezési elveknek és módszereknek;
- a délszláv háborúk és válságok bebizonyították, hogy a szövetség egyik legfontosabb perspektivikus misszióját jelentő válságkezelő és különböző békeműveletek sokszor nagyobb erőfeszítéseket igényelhetnek, mint a totális fegyveres konfliktusok, ezért erre a feladatra is alaposan fel kell készülniük a nemzeteknek, így a magyar légierő doktrinális irodalmában is célszerű a békeműveleteknek, a válságkezelésnek a szövetségben elfogadott elveit és módszereit belefoglalni;
- a békeműveletekben való aktív részvétel alapfeltételének tekinthető a válságkezelő képességek kialakításának és fenntartásának a kérdésköre, ezért e képességeknek a megteremtése kiemelt elméleti és gyakorlati feladatot képez a légierővel foglalkozó szakemberek számára;
- a teljes magyar haderőnek át kell vennie a Szövetségben szabványosított készenléti, készségi rendszert, a csapatok besorolását és készenléti idejét már a NATO-ban alkalmazottaknak megfelelően kell végrehajtani.

A szerző szintetizálja a Szövetség légi hadviselési elveit. A vizsgálatait a légierővel foglalkozó főbb eszmerendszerekre, a légierő hadművelési alkalmazására és a NATO-légierők vezetési filozófiájára összpontosítja.

A légierővel foglalkozó főbb nézetrendszerek eszenciájának a megragadását három fő szempont szerint csoportosítva elemezi a *légierő koncepciókat*, a *légierő-elméleteket* valamint magát a *légierőt*, mint a légi hadviselést végrehajtó szervezetet vizsgáló tételeket.

Meghatározza a *légierő-koncepciót*, amely a légi hadviselés végrehajtására létrehozott (létrehozandó) erő- és eszközrendszer működtetésének a fő kérdéseit, alapve-

tő működési módjait a haderő többi komponensével való viszonyrendszerében vizsgálja. Röviden összegzi az önálló, az együttműködő, és a szovjet típusú légierő-koncepció lényegét. A NATO-országok jelenlegi gyakorlatában alapvetően az önálló, haderőnként funkcionáló légierő-koncepció érvényesül, azonban minden doktrinális irodalomban nyomatékosítják, hogy a fegyveres küzdelemben a siker csak a nemzetek és a haderőnemek együttes erőfeszítésével érhető el. Az önálló légierő és az egyre erősödő összhaderőnemi illetve a multinacionális szemlélet szellemisége át- és áthatja a légi hadviseléssel foglalkozó összes NATO légi doktrínát.

A *légierő-elmélet* azt vizsgálja, hogy a légierő miként tudja elősegíteni a háború (fegyveres küzdelem) politikai céljainak az elérését, más megfogalmazásban azt, hogy a légierő által végrehajtható cselekmények hogyan transzformálhatóak át politikai eredményekké.

A légierő-elmélettel foglalkozó kutatások a légi doktrínák fejlődésének egyik fő motorjának tekinthetők, amelyek elemzését és rövid összehasonlítását — először a hazai szakirodalomban — Robert A. Pape amerikai politológus módszere szerint történt. Elemezte a légi hadviselés hőskorától napjaink legjelentősebb teóriáig az elméleteket, és egy táblázatban foglalja össze. Jól érzékelhető, hogy a légierőt a biztonságpolitika egyik legfontosabb eszközének tekintik a politikai célok elérése érdekében. Érzékelteti, hogy a légierő-elmélet modern művelői (Warden, Boyd, Meilinger) milyen jelentős hatással vannak a légi doktrínákra és így a légierő gyakorlati alkalmazására.

A Szövetség légi hadviselési filozófiájának feltárásához, a NATO-légierők alkalmazási elveinek, hadművelési alkalmazási formáinak elemzéséhez célszerű kiindulási alapként kezelni azt, hogy a szervezet miként határozza meg magát a légierőt, hogyan helyezi el azt a hadviselést végrehajtó erők és eszközök rendszerében. Az elemzések eredményeként megállapítja, hogy képesség- és szervezatorientált légierő-felfogás terjedt el a NATO-ban. A szervezatorientált megközelítés a légierőt a fegyveres erő egyik haderőnemeként kezeli, amelynek rendeltetése a háború, a fegyveres küzdelem légi összetevőjének, a légi hadviselésnek a végrehajtása. A képességorientált megközelítés szerint a légierő egy képességet, egyfajta hatalmat jelent, ami biztosítja a továbbítási és tevékenységi szintérenként értelmezett légtér katonai céllal történő felhasználásának a lehetőségét.

A meghatározás jól feloldja a NATO-n belüli eltérő hadsereg- és légierő-szervezésekből fakadó ellentmondásokat azáltal, hogy a földön települt repülő- és légvédelmi erők (air force) képességeit — a légtér katonai célú felhasználásával — katonai erőként (air power) értelmezve kivetítik a légtérbe.

A Szövetségben elterjedt a katonai szervezetek, működési folyamatok rendszerszemléletű megközelítéssel történő vizsgálata szerint a légierőt az anyag-, illetve az információ feldolgozási folyamatok alapján vezetési-irányítási és működési (harci) alrendszerekre tagolják.

*A légierő-felfogással kapcsolatos főbb következtetések:*

- A szovjet légierő-koncepcióból következően a magyar légierő jogelődjét jelentő (honi) légvédelmi csapatok képességei nem a klasszikus légierőnek megfelelően lettek kialakítva. Megállapítható, hogy a légierő lehetséges feladatrendszeréből a légvédelmi feladatokra helyezték a hangsúlyt, amellyel meghatározták a hazai elméleti kutatások fő irányait is, ami azt eredményezte, hogy nem alakult ki Magyarországon a légierőben való gondolkodás kultúrája!
- hazánkban is az önálló — haderőnként funkcionáló — légierőt célszerű megvalósítani, mert csak úgy tud kialakulni a megkívánt gondolkodásmód, amely elengedhetetlen, hogy a Szövetségben az elvártaknak megfelelően tudjunk tevékenykedni békében és háborúban egyaránt;
- a képesség- és szervezatorientált légierő-közelítés terén, az oktatás és a képzés segítségével, valamint az ilyen témájú szakmai publikációk közlésével erősíteni szükséges a képességorientált légierőben való gondolkodásmódot;
- a légierőt döntően légi hadviselési képességként értelmezik, amely tükröződik az összes doktrínában és megszünteti az esetleges diszharmóniákat, amelyek az egyes tagállamok eltérő haderőszerkezési-modelljéből fakadhatnak.

A NATO-légierő hadműveleti alkalmazási formáinak konkrét elemzése előtt leszögezi, hogy a Szövetség elvei és a hazánkban régebben uralkodó hadviselési felfogás alapjaiban különböznek egymástól.

Az értekezés bemutatja a NATO-ban preferált *manőverező hadviselés* és a szovjet iskola szerinti ún. *felőrlő háborúzás* közötti különbséget, amely jelentős befolyással bír magára a doktrínára és benne a légi műveletek belső tartalmára is. A szövetségben az alkalmazható műveleti formák állandó fejlődésen mennek keresztül a potenciális harci környezet változásainak függvényében. A légi műveletek filozófiai alapját a képességként értelmezett légierőnek, az adott cél elérését leghatékonyabban biztosító szerepkörökben való alkalmazása jelenti. A légierő mai nyugati teoretikusai szerint a légierőt a háború politikai céljai elérése érdekében a légtér ellenőrzése, az erő alkalmazása, az erő kifejtés fokozása és az erő támogatása (fenntartása) szerepkörökben célszerű alkalmazni.

A légierő hadműveleti struktúrájáról vallott NATO-beli nézetek szintézisének sarokkönek tekinthetjük, hogy a fegyveres küzdelmet összhaderőnemi nézőpontból szemlélik, a sikert, a háborús győzelmet csak mindhárom haderőnemi együttes erőfeszítésével tartják elérhetőnek. Azonban az elemzés, a tervezés és a felkészítés elősegítése céljából — lefolyásuk színtere (dimenziója) és jellege szerint — szétválasztják a haditevékenységeket.

A politikai célok elérését biztosító légi műveletek felosztása, tipizálása rendkívül differenciált a szövetséges és a vezető tagállamok nemzeti légi doktrínáiban, azonban a leglényegesebb hadműveleti alkalmazási formákban elvi azonosság tapasztalható.

*A Stratégiai légítámadás, avagy a légierő szerepe stratégiai perspektívában* című

rész elemezi a kurrens, fegyveres konfliktus-felfogást, felhasználva a legfrissebb amerikai kutatási eredményeket. Bemutatja a *hagyományos* (szárazföldi) háború-felfogást és a légierő által preferált ún. *modern* teóriát. Röviden vázolja a stratégiai légitámadás egyik legfontosabb elemét, a Warden-i célpont-kiválasztási elméletet.

Tézisszerűen összegezi a légi szembenállási műveletek célját, tartalmát, a részműveletei lényegét, a légtérelőzítés fő kérdéseit. Az erő alkalmazása szerepkörben végrehajtott felszíni erők elleni műveletek elemzése során áttekinti a mai, korszerű műveletek kialakulásának az előzményeit, a korszerű légi lefogási és közvetlen légi támogatási műveletek célját, tartalmát, sikeres alkalmazásuk feltételeit.

A felszíni erők elleni hadműveleti alkalmazási formák elmélete az utóbbi évtizedben jelentős változásokon ment át, amelyek fő mozgatórugói:

- a fegyveres konfliktus felfogásában történt változások;
- az egyre jelentősebb szerepet kapó válságkezelési feladatoknak való mind jobb megfelelés igénye;
- a prognosztizált harcmező változásai, a *nonlineáris harcmező* megjelenése;
- a harcászati vezetést és irányítást támogató információs rendszereknek a fejlődése valamint az egyre pontosabb és megbízhatóbb információkat nyújtó harctéri felderítő- és monitorozó rendszerek alkalmazásában rejlő lehetőségek növekedése.

Formailag a leglátványosabb változást a műveleti struktúrában a harcmező légi lefogása műveleti kategóriának a megszüntetése jelentette. A két légi lefogási kategóriát, a harcmező megváltozott struktúrája miatt egyesítették, feloldották a légi lefogás és a stratégiai légitámadás célpontjai közötti esetleges ellentmondásokat. Sematikus ábrák illusztrálják az új légi lefogás és közvetlen légi támogatás során alkalmazandó lineáris- és nonlineáris tűzkoordinációs rendszabályokat.

A NATO-légierő által megvalósítható légi műveletek elemzése után levont következtetések:

- a politikai célok elérését biztosító légi műveletek felosztása, tipizálása rendkívül differenciált a szövetséges és a vezető tagállamok nemzeti légi doktrínáiban, azonban a leglényegesebb hadműveleti alkalmazási formákban elvi azonosság tapasztalható;
- tendenciának tekinthető, hogy a hadműveleti formákat továbbdifferenciálják, a XXI. század más típusú konfliktusainak való megfeleltetés és a legújabb technológiák alkalmazásával a műveletek az *úrbe* és az *infotérbe való* kiterjesztése céljából;
- megfigyelhető, hogy a klasszikus hadműveleti alkalmazási formák is folyamatos fejlődésen mennek keresztül, a doktrínáirók megpróbálják úgy továbbfejleszteni azok belső tartalmát, hogy megfeleljenek a mindenkori hadműveleti környezet által megkövetelt viszonyoknak;
- a háború lehetséges lefolytatásának menetében, valamint a légierő által betöltött szerepében egyfajta paradigmaváltás zajlott le, szakítottak az ún. *hagyományos*

*mányos* vagy másképpen *szárazföldi* szemléletű felfogással. A légierőt egyre inkább, mint biztonságpolitikai eszközrendszerként tartják számon;

- az MH Légierő által végrehajtandó műveleti formáknak elvi azonosságot kell mutatniuk a szövetségben alkalmazottakkal;
- a legfrissebb szellemi áramlatokat folyamatosan értékelnünk kell, mert azok legtöbbje később megjelenik a doktrínák szintjén is;
- az oktatás és képzés terén el kell érni, hogy a kurrens doktrínák a tananyag törzsét képezzék, amelyet kiegészítenének az előző pontban említett legújabb szövetséges és hazai kutatási eredmények.

A vezetés és irányítás kiemelt jelentősége miatt összegzi a legfontosabb vezetési elveket, formákat, jogosultságokat és kötelezettségeket.

*A vezetéssel kapcsolatos főbb következtetések:*

- a Magyarország szempontjából lényeges három légierő vezetési szint, térben és időben is elkülönül. A csatlakozást követően a hadműveleti vezetés, irányítás (OPCOM<sup>5</sup>, OPCON<sup>6</sup>) a NATO regionális légi parancsnok feladata és jogköre lett. A harcászati vezetés és irányítási jogkört (TACOM<sup>7</sup>/TACON<sup>8</sup>) a NATO-légierő illetékes hadműveleti szakcsoport és annak parancsnoka gyakorolja (COMICAOC<sup>9</sup>). A harcászati irányítás főbb feladatai kerülnek a nemzeti CRC-hez delegálásra.(ASOC<sup>10</sup>/CRC<sup>11</sup>);
- az ASOC-rendszer csak korlátozottan képes megvalósítani a NATO-követelményeknek megfelelő *CRC-funkciót*, továbbá a nemzeti alárendeltségben lévő erők harcvezetésére is csak nagy korlátozással képes;
- a harcászati menedzsment (TBM<sup>12</sup>) szintjén a repülő és légvédelmi rakéta műveleti központok sem képesek a fegyverirányítást, a *harcmenedzsmentet* korlátozás nélkül végrehajtani, hogy csak többek között az IFF<sup>13</sup>-képeségek hiányát említsük;
- a NATO légi irányítási és vezetési rendszere is jelenleg átalakítás alatt van, így nekünk a folyamatosan változó struktúrához kell *illeszteni* a nemzeti erőforrásainkat.

A harmadik fejezet a Magyar Honvédség Légierő doktrínájának az alapvető nemzeti meghatározóit foglalja rendszerbe.

<sup>5</sup> Operational Command (OPCOM) — hadműveleti vezetés.

<sup>6</sup> Operational Control (OPCON) — hadműveleti irányítás.

<sup>7</sup> Tactical Command (TACOM) — harcászati vezetés.

<sup>8</sup> Tactical Control (TACON) — harcászati irányítás.

<sup>9</sup> Commander Interem Combined Air Operational Centre (COMICAOC) — ideiglenes légi hadműveletiközpont parancsnoka.

<sup>10</sup> Air-Support Operation Centre (ASOC) — Légi támogató műveleti központ

<sup>11</sup> Control and Reporting Centre (CRC) — irányító és jelentő központ.

<sup>12</sup> Tactical Ballistic Missale (TBM) — harcászati ballisztikus rakéta.

<sup>13</sup> Identification friend or foe (IFF) — saját idegen felismerő.

„A Magyar Honvédség összhaderőnemi doktrínájának kell integrálnia majd azokat az ismereteket, amelyek szükségesek a nemzeti célok megvalósításáért folytatott összhaderőnemi műveletek sikeres megvívásához. Így az összhaderőnemi doktrína az elvi alapját, egyik legfontosabb kiinduló pontját jelenti a légierő doktrínának. A légierő doktrína szempontjából a műveleti struktúra döntő jelentőségűnek tekinthető, ezért a vizsgálat arra összpontosul.

Az összhaderőnemi doktrína fejlesztői a műveletek tipizálása folyamán egy rendkívül lényeges eltérést tettek a NATO-ban szokásos hadműveleti struktúrától: a katonai műveleteken belül nem a NATO-ban uralkodó légi, szárazföldi és tengeri műveleti kategorizálást alkalmazták, hanem a MH által potenciálisan megvívandó műveletekként a támadó, védelmi és az elszakadási műveleteket prognosztizálták. A doktrína a katonai műveletekben a légierő által végrehajtható részműveleteket sajátosan közelíti: a kiemelt jelentőségű légvédelmen kívül, megkülönbözteti az ún. légvédelmi jellegű feladatokon kívüli tevékenységeket is. Ide sorolja az ellenséges légierő erői és eszközei elleni támadóharcot, a mélységben történő elszigetelést, az offenzív légi támogatást, a harcászati légi szállítási műveleteket valamint a légi hadviselés támogató műveleteit.

*Főbb következtetések és kritikai észrevételek az összhaderőnemi doktrína (tervezet) műveleteivel kapcsolatban:*

- a doktrína nem képez egyértelmű irányelveket a légi és a szárazföldi műveletek integrációjára;
- a légi műveleti kategóriáknál nem a legfrissebb kutatási eredményekre támaszkodó, az Öböl-háború tapasztalatait széleskörűen felhasználó doktrínákat tekintették mintának, hanem az AP-3000 brit, és az ATP-33 (B) szövetségi doktrína képezte a kiindulási alapot. Így a légi műveletek struktúrája nem felel meg a korszerű felszíni erők elleni műveleteknek.

A tágabb értelemben vett doktrína direkt determinánsai közé tartozónak tekintett katonaföldrajzi viszonyok tárgyalását — a teljesség igénye nélkül — csak a komplex elemzés biztosítása érdekében tárgyalja.

*A vizsgálatot követő megállapítások:*

- természetföldrajzi viszonyaink miatt összességében kijelenthetjük, hogy a geostratégiai helyzetünk kedvezőtlen, ami hatványozottan jelentkezik a légierő által megvalósítandó feladatrendszer vonatkozásában;
- az aktív légvédelemi harcok megvívásához a földrajzi adottságaink szinte minden irányban kedvezőtlenek. Ezek alapvető okai:
  - a szomszédos országok repülőtereinek relatív közelsége;
  - az államhatár kis és földközeli magasságon történő rejtett megközelítését biztosító terepviszonyok;
  - az ország mélységében elhelyezkedő, a katonai védelem lehetséges súlypontjait képező objektumok (Budapest, Százhalombatta, Paks, Dunaújváros) viszonylag rejtetten megközelíthetőek és támadhatóak;

- a földi bázisú felderítő és légvédelmi eszközök kedvezőtlen telepítési és korlátozott alkalmazási lehetőségei;
  - a kismélységekből fakadóan létfontosságú objektumok, városok (megyeszékhelyek) találhatóak az országhatárhoz 1-3 repülési perc távolságra.
- a hátrányos földrajzi adottságaink ellensúlyozására egy sor technikai, és koncepcionális változtatás célszerű:
- az ország veszélyeztetettségének időszakában, az igazán hatékony és reális védelem biztosítása érdekében feltétlen ki kell egészíteni a földi bázisú felderítő rendszerünket valamely légi telepítésű felderítő eszközzel. Integrálnunk célszerű a NATO korai előrejelző és riasztó rendszerébe;
  - a légvédelmi fegyverzet jövőbeni modernizációjában prioritásként javaslom kezelni a reakcióidő problémakörét, mert csak kis reagálási idejű eszközökkel lehet eredményesen oltalmazni a határközeli objektumainkat;
  - a légierő vezetési-irányítási rendszerét mind jobban meg kell feleltetni a C4 (C3)I követelményeinek.
- a hazánk elleni esetleges agresszió katonai elhárítása feltételezi egy átmeneti időszak meglétét, ameddig a szövetséges erők beérkeznek Magyarországra. Belátható, hogy az átmeneti időszakra ki kell dolgozni egy a haderő-, benne a légierő-alkalmazási forgatókönyvet, amelynek egyik fő determinánsa a katonaföldrajzi tényezők lehetnek;
- az előző tételből fakadóan a hatékony védelem érdekében a haderő struktúráját, a kérdéses időszakban kialakítandó diszlokációját, a készségi szolgálatok rendszerét és működtetését is meg kell feleltetni a követelményeknek;
- a tárgyiasult doktrínális irodalomnak konkrétan tükröznie kell a felsorolt kívánalmakat, és egyértelmű ajánlásokat kell megfogalmaznia a gyakorlati alkalmazók számára.”

## AZ ÉRTEKEZÉS BIZOTTSÁGI MEGÍTÉLÉSE

A nyilvános vitán a jelölt érthetően, meggyőzően ismertette téziseit. A bírálók az opponensi véleményben kifejtett megjegyzésekre, kérdésekre adott válaszait elfogadták.

*A bíráló bizottság a nyilvános vitán az alábbi kérdésekre kért választ a jelölttől:*

1. Milyen lényeges különbséget lát a régi szovjet hadtudomány által megfogalmazott és a mai NATO-doktrínafelfogás között? Hogyan ítéli meg a doktrínák tartalmi és formai fejlődésének a tendenciáit?

2. Értekezésében javasolt doktrínafejlesztés módszerének a megváltoztatása esetében milyen konkrét javaslatok vannak?
3. Az értekezésében kritikával illette az összhaderőnemi doktrína hadművelési alkalmazási formák egyes részleteit. Helyette milyen módosításokat tartana fontosnak a végleges doktrínaváltozatnál?

A kérdésekre adott válaszok az értekezésről alkotott pozitív képet még meggyőzőbbé tették.

A Bíráló Bizottság összegzett véleménye:

- a jelölt témaválasztása időszerű;
- az elkészült munka egyértelműen bizonyítja a téma és a kapcsolódó szakirodalom széleskörű, átfogó ismeretét, annak alkotó alkalmazását;
- az értekezés tartalmazza a jelölt önálló, tudományos igénnyel megfogalmazott és bizonyított gondolatait, következtetéseit;
- az értekezés felépítése jól strukturált, nyelvezete, stílusa világos, érthető, megfelel a magyar nyelv szabályainak;
- a szakterminológia alkalmazása pontos és szabatos;
- az értekezés anyaga:
  - felhasználható a katonai felsőoktatásban, a doktori képzésben;
  - kiindulási alapul szolgálhat a légierő, és segítheti a katonai stratégiával valamint az összhaderőnemi és haderőnemi doktrínákkal foglalkozó szakemberek fejlesztési és kutatási tevékenységét;
  - hozzájárulhat a doktrínából kiinduló szabályzók, harcászati kézikönyvek, útmutatók elkészítéséhez;
  - elősegítheti a parancsnokok és törzsek hadművelési-harcászati felkészítését.

„A JELÖLT ÖNÁLLÓ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYÉNEK ISMERI EL<sup>14</sup>:

- a legfontosabb NATO-tagállamok légierőinek nemzeti, valamint a Szövetség harcászati légi doktrínái tartalmi és formai összehasonlító elemzésének az elvégzését. Ennek eredményeként a Magyar Honvédség Légierő perspektivikus alapidoktrínája (hadművelési doktrína) legfőbb tartalmi és formai követelményeinek az összeállítását, a dokumentum struktúrájára javaslat kidolgozását;
- a magyar nemzeti légierő doktrína (légierő-elmélet) fő és egyes nemzeti rendszerbe foglalásának kimunkálását;
- a légierő doktrína Szövetséges (a NATO-tagságunkból fakadó) követelményrendszerének a definiálását. A NATO-tagállamokban meghatározó legkorszerűbb légi hadviselési elvek szintetizálását a magyar légierő szellemi integrációs stratégiájának a meghatározásához. A legújabb, elsősorban amerikai kutatási eredményeket tükröző légi műveletek összefoglalásának az elvégzését, a doktrínákban jelentkező trendek bemutatását.”

<sup>14</sup> Idézet a Bíráló Bizottság jegyzőkönyvéből (ZMNE Doktori Tanács titkárság).



A 7 tagú Bíráló Bizottság által az értekezésre adható maximális 30 pontból a jelölt 28 pontot (93%-ot) kapott, így *summa cum laude* minősítésű doktori (PhD-) cím odaítélésére tesz javaslatot a ZMNE Doktori Tanácsának.

## ÖSSZEGZÉS

A hadtudományi kutatások egyik kiemelkedő eredménye ez a doktori (PhD-) értekezés. A szerző nappali ösztöndíjas hallgatóként kezdte kutatómunkáját, később a ZMNE HTK Légvédelmi tanszék egyetemi tanársegédje lett. Kutatómunkáját példászerűen végezve, erőt energiát nem sajnálva céltudatosan dolgozta fel a rendelkezésre álló NATO-irodalmat, azt elemezve részarányosan eredményeit nyilvánosságra hozta. Cikkek, pályázati tanulmányok, tanulmányok sorát írva jutott el az értekezés megírásához. Munkáját siker koronázta, amit ez az ismertető is reprezentálni akar.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Krajnc Zoltán őrnagy: Szerzői ismertető (*A magyar légierő doktrínáját befolyásoló tényezők komplex vizsgálata* című doktori /PhD/ értekezésről).
- [2] A bíráló bizottság jegyzőkönyve.

## A NATO SZABVÁNYOSÍTÁSI RENDSZERE ÉS A STANAG-SZABVÁNYOK

Hazánk NATO csatlakozásával a Magyar Honvédség, és ezen belül a Magyar Légierő NATO kompatibilitásának megteremtésével kapcsolatos feladatok nem fejeződtek be. E feladatok sikeres megoldása, a részleges és később a teljes kompatibilitás megteremtése a különböző kompatibilitási szinteken továbbra is a Magyar Honvédség fontos célja maradt. Ehhez elengedhetetlenül szükséges a kompatibilitás problémakörének további vizsgálata, az egyes kompatibilitási szinteken felmerülő feladatok elemzése és rendszerezése [3].

A teljes kompatibilitás megteremtésében is kiemelkedő szerepet játszik a Magyar Honvédség beilleszkedése a NATO szabványosítási rendszerébe. Ez a sokrétű feladat magába foglalja a NATO szabványosítási rendszerének megismerését, az érvényben lévő NATO-szabványok folyamatos vizsgálatát és szükséges mértékben történő átvételét (NATO-terminológia szerint ratifikálását) valamint az új szabványok létrehozásába való bekapcsolódást is. A *szabványosítási kompatibilitás* megteremtése fontos lépés a teljes kompatibilitás elérésében.

Cikkemben röviden bemutatom a NATO szabványosítási rendszerét majd részletesebben foglalkozom a STANAG-dokumentumokkal. Megkísérlek felvázolni egy olyan szempontrendszert, amely segíthet a hazánkba újonnan bekerülő ilyen típusú dokumentumok tanulmányozásában és feldolgozásában. Bemutatom a hazai katonai szabványosítás jelenlegi helyzetét, és elemzem a *szabványosítási kompatibilitás* jelenlegi szintjét.

### A NATO SZABVÁNYOSÍTÁSI RENDSZERE

A NATO szabványosítási és egységesítési tevékenységének célja, hogy a rendelkezésre álló erőforrások optimális kihasználásának biztosításával növelje a Szövetség hadműveleti hatékonyságát. A szabványosítás és egységesítés elveit és politikáját a NATO legmagasabb szintű döntéshozó fórumán, az Észak-Atlanti Tanács szintjén határozzák meg, és ezen a szinten történik annak felülvizsgálata is.

A NATO szabványosítási programjának fejlesztését, annak felügyeletét és végrehajtását, a NATO vezető testületei közötti szabványosítási tevékenység

összehangolását a *NATO Szabványosítási Szerveze* (NSO)<sup>1</sup> végzi [6]. Az egységesítési és szabványosítási tevékenységben jelentős szerepet játszanak a *NATO Nemzetközi Törzs* (IS)<sup>2</sup> különböző főosztályai és szervezetei is. A Nemzetközi Törzs felügyelete alá a következő szervezeti elemek tartoznak [2]:

- NATO Szabványosítási Bizottság (NCS)<sup>3</sup>;
- NATO Nemzeti Hadfelszerelések Igazgatóinak Értekezlete (CNAD)<sup>4</sup>;
- AC/305 NATO Logisztikai Vezetők Értekezlete (SNLC)<sup>5</sup>.

A *NATO Szabványosítási Bizottság* tanácsaival segíti a szabványosítással kapcsolatos kérdésekben a Tanácsot. Feladatkörébe tartozik a legfontosabb irányítási és koordinációs tevékenységek végzése. Elnöke a mindenkori NATO főtitkár, tevékenységének irányítását pedig alelnökök végzik. A Bizottság rangidős nemzeti képviselőkből és a NATO parancsnokságok képviselőiből áll [2]. A Bizottság irányelveket ad ki a hatáskörébe tartozó NATO Szabványosítási Hivatal (ONS)<sup>6</sup> és NATO Szabványosítási Összekötő Testület (NSLB)<sup>7</sup> számára. A *Szabványosítási Hivatal* egy ügyintéző testület. Igazgatója egyben a logisztikai, fegyverzeti és erőforrások főosztályának is az igazgatója, valamint elnöke a Katonai Szabványosítási Ügynökségnek (MAS)<sup>8</sup> [6]. A *Szabványosítási Összekötő Testület* egy törzskari fórum, különböző törzsekből és parancsnokságokból álló testület, amelyben a szabványosítással és egységesítéssel foglalkozó valamennyi testület és bizottság képviselteti magát. Fő feladata a szabványosítási elvek és eljárások összhangjának megteremtése, valamint a szabványosítással kapcsolatos tevékenységek koordinálása.

A *NATO Nemzeti Hadfelszerelések Igazgatóinak Értekezlete* hatásköre a hadfelszerelésekkel, fegyverzettel, K+F tevékenységgel, a beszerzésekkel és a minőségbiztosítással kapcsolatos egységesítési-szabványosítási feladatokra terjed ki. Elnöke a NATO főtitkára, tagjai a nemzetek magas szintű, hadfelszerelésekkel foglalkozó vezetői. Az Értekezlet irányítása alá tartoznak a Fő Fegyverzeti Bizottságok, az Együttműködő Csoportok valamint a különböző tanácsadó és programcsoportok. Ezek közül kiemelném a Fő Fegyverzeti Bizottságokat, amelyek a hadfelszereléssel kapcsolatos szabványosítási tevékenységet haderőnemi csoportosításban végzik, így ide tartozik a Légi-erő fegyverzeti csoport (AC/224) is. A Légierő fegyverzeti csoporton belül hat munkabizottság működik, amelyek további alcsoportokat hozhatnak létre az egyes témák kidolgozására. Maguk a munkabizottságok a dokumentumok kezelését végzik, míg a főbizottság a nemzetek közötti egyeztetés magasabb szintű fóruma [2].

<sup>1</sup> NATO Standartisation Organisation (NSO) — NATO Szabványosítási Szervezet.

<sup>2</sup> International Staff (IS) — Nemzetközi Törzs.

<sup>3</sup> NATO Committee for Standartisation (NCS) — NATO Szabványosítási Bizottság.

<sup>4</sup> Conference of NATO Armaments Directors (CNAD) — Nemzeti Hadfelszerelések Igazgatóinak Értekezlete.

<sup>5</sup> Senior NATO Logisticians Conference (SNLC) — NATO Logisztikai Vezetők Értekezlete.

<sup>6</sup> Office of NATO Standartisation (ONS) — NATO Szabványosítási Hivatal.

<sup>7</sup> NATO Standartisation Liason Board (NSLB) — NATO Szabványosítási Összekötő Testület.

<sup>8</sup> Military Agency for Standartisation (MAS) — Katonai Szabványosítási Ügynökségnek.

A *NATO Logisztikai Vezetők Értekezlete* a tagállamok legfőbb logisztikai vezetőiből áll, elnöke ennek is a mindenkori NATO-főtitkár. Az Értekezlet alapvető feladata a logisztikai eljárások egységesítése, különös tekintettel a harcászati-hadműveleti tevékenységre.

A NATO Szabványosítási Szervezetében és az egységesítési-szabványosítási folyamatban fontos szerepet játszanak az alábbi szervezeti egységek is:

- a NATO Központi Konzultációs, Vezetési és Irányítási Törzs (C3);
- a Nemzetközi Katonai Törzs (IMS)<sup>9</sup>;
- a Katonai Szabványosítási Ügynökség (MAS).

A *NATO Központi Konzultációs, Vezetési és Irányítási (C3) Törzs* hatásköre nagyszámú egyezményre és szövetségi kiadványra terjed ki. E dokumentumokat nyolc bizottságban dolgozzák ki, amelyek további albizottságokra és munkacsoportokra bomlanak.

A *Nemzetközi Katonai Törzs* egyes szervezetei fő feladataik támogatása céljából kezelhetnek, illetve dolgozhatnak ki egységesítési egyezményeket és szövetségi kiadványokat.

A NATO Szabványosítási Szervezetének talán legfontosabb, önálló szervezete a *Katonai Szabványosítási Ügynökség*. Ez a szervezet a NATO Katonai Bizottságának van alárendelve és az egységesítési dokumentumok kidolgozásával és kezelésével foglalkozik. Tevékenységét szoros együttműködésben végzi a nemzeti szakértőkkel, valamint a NATO Nemzetközi Titkárság és a Nemzetközi Katonai Törzs adott kérdésben érintett tagjaival, elősegítve ezzel a tagállamok között a műveleti, eljárásbeli és anyagi természetű ügyek szabványosítását. Az Ügynökség feladatai a következők [2]:

- a NATO főbb testületeivel és parancsnokságaival együttműködve egységesítési dokumentumok (STANAG- és AP-kiadványok) kidolgozása;
- a ratifikációs, életbeléptetési és felülvizsgálati eljárások adminisztratív lebonyolítása;
- a NATO terminológiai programjának kezelése, a definíciók és fogalmak gyűjteményének naprakészen tartása, az egységesítési tevékenységben érintett szervezetek részére eljárási elvek és rendek kialakítása;
- az egységesítési dokumentumokkal kapcsolatos adattárak kezelése, azok felülvizsgálata és frissítése;
- jelentések és programok készítése a Katonai Bizottság részére.

Szervezetileg az ügynökség négy fő testületből és az ezeken belül működő bizottságokból áll. A MAS testületei a következők:

- a Szárazföldi Testület, szervezetében 16 bizottsággal;
- a Légierő Testület, amelyen belül 14 bizottság működik;
- a Haditengerészeti Testület, 12 bizottsággal;
- az Egyesített Testület, amely két bizottságot foglal magába.

---

<sup>9</sup> International Military Staff (IMS) — Nemzetközi Katonai Törzs

A szabványosítási tevékenység döntő részét a MAS bizottságai végzik. A bizottságokban Izland és Luxemburg kivételével valamennyi tagország képviselteti magát, ezen kívül a főbb NATO-parancsnokságok is rendelkeznek képviselőkkel (szavazati jog nélkül). A Testületek bizottságai az egyes konkrét feladatok végrehajtására munkacsoportokat hozhatnak létre. A munkacsoportok szakértői állományát önkéntes alapon a nemzetek adják. E csoportok végzik az egyezmények kidolgozását és rendszeres felülvizsgálatát. A prioritások figyelembevételének biztosítására a bizottságok mindegyik munkacsoporthoz delegálnak képviselőt.

Az Ügynökség része a *terminológiai koordinátor* és törzse, amely a NATO terminológiai programjáért felel.

A NATO egységesítési tevékenysége egy adminisztratív bizottsági eljárásrend. Az eljárás eredménye egy közösen kialakított dokumentum, ennek alkalmazása vagy elvetése az egyes tagállamoktól függ. A NATO-n belül létrehozott került egyfajta egységesítési-szabványosítási rendszert, működő funkcionális szervezetekkel, a meglévő szervezetek speciális feladatokkal történő megbízásával és a megfelelő működést biztosító keretrendszer kidolgozásával.

A NATO egységesítési egyezményeit tartalmuk alapján három fő csoportba sorolták be. Ezek [2]:

- harcászati-hadműveleti (eljárási) dokumentumok;
- anyagi-technikai (anyagi) egyezmények;
- adminisztratív egyezmények.

Az egységesítési tevékenység négy meghatározó feladatcsoportot foglal magába. Ezeknek az egységesítési feladatcsoportoknak a felelősségi felosztása a NATO-n belül a következőképpen alakul:

- a harcászati-hadműveleti területért a NATO Katonai Bizottsága a felelős,
- a konzultáció, vezetés és irányítás területéért a felelősség a NATO Központi Konzultációs, Vezetési és Irányítási (C3) Törzset terheli,
- a hadfelszerelések területéért a NATO Nemzeti Hadfelszerelések Igazgatóinak Értekezlete felel,
- a logisztika területéért elsősorban a NATO Logisztikai Vezetők Értekezlete a felelős.

Természetesen az egyezmények kidolgozásában a NATO más szervezetei és bizottságai is közreműködnek, sőt adott esetben fő felelősként is szerepelhetnek.

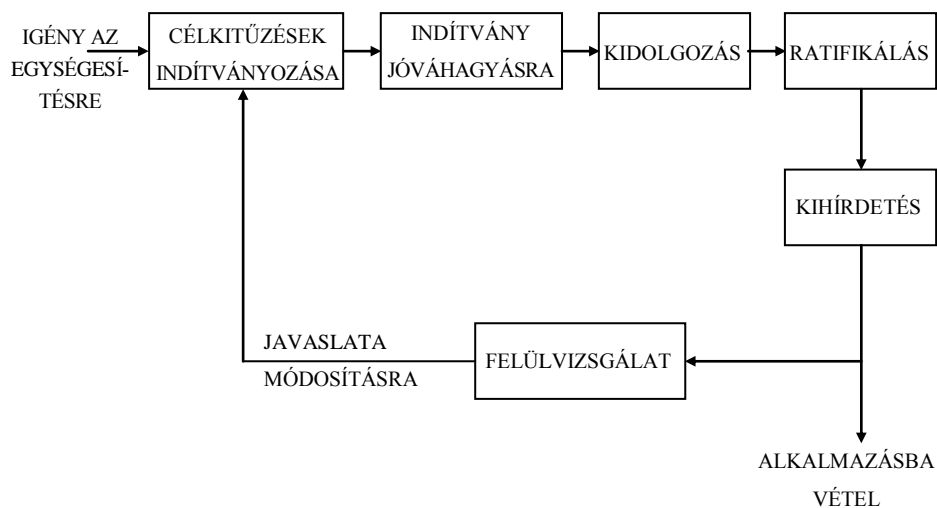
Szabványosításra a tagállamok vagy a NATO-parancsnokok tehetnek javaslatot. Emellett szabványosítási ügyekben felsőbb hatóságok is fordulhatnak a Katonai Szabványosítási Ügynökséghez. A beérkező javaslatok jóváhagyásra a tagállamokhoz és a parancsnokságokhoz kerülnek. A jóváhagyás után a javaslatot kiadják kidolgozásra az illetékes munkacsoportnak illetve valamelyik nemzeti vagy NATO parancsnokságnak. Ha a szabványosítási (STANAG- vagy AP-) dokumentum tervezete elkészül és a MAS-munkacsoport tagjai között egyetértés alakul ki, akkor az anyagot felülvizsgálat-

ra az illetékes igazgatóság elé terjesztik, majd az igazgatóság egyetértését követően azt a tagállamok kapják meg ratifikálás céljából. Ha a tagállamok az egyezményt elegendő számban ratifikálták, akkor a MAS elnöke életbe lépteti (kihirdeti) azt. Az elnök kizárólagos hatáskörébe tartozik minden NATO szabványosítási egyezmény (STANAG) és szövetségi kiadvány (AP) kihirdetése, kivéve a szövetséges távközlési kiadványokat. Ha az egyezmény a tagállamoktól nem kapta meg az életbeléptetést garantáló számú ratifikálást, akkor az elnök annak felülvizsgálatát, adott esetben elvetését határozhatja el [6]. Az elfogadott egyezményeket a kijelölt kezelők irányításával a munkacsoportok rendszeresen (legalább háromévente) felülvizsgálják.

Az egységesítési egyezmények kidolgozása hat lépcsőből álló folyamat [2]:

- szabványosítási célkitűzések indítványozása;
- az indítvány jóváhagyása;
- a téma kidolgozása;
- ratifikálás;
- kihirdetés és alkalmazásba vétel (végrehajtás);
- felülvizsgálat.

A rendszert bemutató folyamatábrát a [4] irodalom alapján az 1. ábra mutatja.



1. ábra. A NATO szabványosítási folyamata

Az Egységesítési Egyezményekre (STANAG) és a Szövetségi Kiadványokra (AP) vonatkozó információk karbantartásáért és az azokkal kapcsolatos adminisztratív tevékenység koordinálásáért a Katonai Szabványosítási Ügynökség (MAS) elnöke felel. Az ezekre vonatkozó alapvető információk az AAP—4 jelű kiadványban található meg, amelynek naprakészen tartásáért szintén a MAS felel. A dokumentumok teljes anyagát a NATO egységesítési dokumentumok adatbázisa (NSDD)<sup>10</sup> tartalmazza [2].

<sup>10</sup> NATO Standardisation Documents Database (NSDD) — NATO egységesítési dokumentumok adatbázisa.

Megjegyzendő, hogy NATO-egyezmények kidolgozása érdekében változás nélkül felhasználhatók a nemzetközi vagy helyi szabványosítási szervezetek által elfogadott dokumentumok is. Ekkor a NATO dokumentumában az adott polgári szabványosítási szervezet illetve egyezmény azonosító száma, a vonatkozó szabványok címe és kiadási dátuma szerepel hivatkozási információként. Az adott dokumentumba szükség esetén katonai kiegészítések vagy korlátozások is belefoglalhatók, kivéve a teljes azonossággal átvett európai vagy nemzetközi szabványokat.

A NATO egységesítési dokumentumainak kidolgozásakor a Nemzetközi Szabványosítási Testület (ISO)<sup>11</sup> által kiadott SI- mértékegységrendszert kell alkalmazni. Ha egyéb mértékegységrendszer alkalmazása szükséges, akkor ennek tényét külön rögzíteni kell.

Az egységesítési dokumentum formai kialakítása során egy sor általános formai követelmény figyelembevételére van szükség. Ezek a követelmények vonatkoznak [2]:

- az oldalak méretére és a szöveg elrendezésére;
- a betűk méretére és a térközre;
- a paragrafusok kialakítására és számozására;
- a dokumentum adathordozókon való megjelenítésére.

A NATO egységesítési eljárásának felülvizsgálata eredményeként a NATO Szabványosítási Bizottság (NCS) 2000 februárjában jóváhagyott egy jelentést, amely tájékoztatta a vezető NATO-testületeket az addig tett megállapításokról és irányt szabott a további kidolgozói munkának. A jelentés olyan előterjesztéseket tartalmazott, amelyek elfogadásuk és alkalmazásuk után jelentősen fejleszthetik a NATO egységesítési eljárását [2]. Ennek következtében változások várhatók a NATO-szabványosítás fentebb felvázolt rendszerében, mind a szabványosítási szervezetben, mind pedig a szabványosítási folyamatban. Ezeknek a változásoknak a nyomon követése és hatásuk vizsgálata további kutatómunka tárgya lehet.

## A NATO STANAG DOKUMENTUMAI

A STANAG<sup>12</sup>, olyan nemzetközi egyezmény, megállapodás, amely az elfogadó NATO-tagországok számára tartalmaz követendő, szabvány jellegű előírásokat. Az Egyezmény kidolgozásának célja a NATO-erők közös alkalmazhatóságának biztosítása.

Egy adott egyezmény kidolgozásának folyamata követi a NATO egységesítési egyezményei kidolgozásának az előzőekben bemutatott hatlépcsős folyamatát, és a következő konkrét lépésekből áll [2]:

- azonosítás;
- megszövegezés;
- tanulmány elkészítése;

---

<sup>11</sup> International Standardisation Organisation (ISO) — Nemzetközi Szabványosítási Testület.

<sup>12</sup> STANdardisation Agreement — Egységesítési, más fordításban Szabványosítási Egyezmény.

- az egyezmény vázlatának elkészítése;
- ratifikáció;
- kihirdetés és alkalmazásba vétel;
- felülvizsgálat.

Az *azonosítás* az új szabvány iránti igény megfogalmazását jelenti, ezzel kezdődik a STANAG kidolgozásának folyamata. Az igény származtatható lehet a NATO elfogadott szabványosítási programjából vagy a NATO igényei alapján megfogalmazott egységesítési célkitűzésből. Ilyen célkitűzést az egyes nemzetek képviselői, a vezető NATO-testületek és azok alárendelt szervezetei valamint a főbb NATO-parancsnokságok fogalmazhatnak meg.

A *megszöveget* a feladatszabó hatóság által kijelölt, a STANAG kidolgozásáért felelős munkacsoport végzi. Ha a feladat egységesítési célkitűzésből származik, akkor a feladatszabó hatóság előbb érvényesíti a célkitűzést, és csak ez után jelöli ki a munkacsoportot. A célkitűzés érvényesítése során megállapítják, hogy a feladatot önálló STANAG formájában kell-e kidolgozni, vagy célszerűbb más NATO-dokumentumfajta (például AP) alkalmazása. Ha az egyezmény kidolgozásába több feladatszabó hatóság is bekapcsolódik, akkor szabványosítási célkoordinátort jelölnek ki. A munkacsoportot az egyezmény kidolgozásának céljából hozzák létre a szakterületnek megfelelő szakértők részvételével. Ha olyan téma kidolgozása szükséges, amelynek nincs megfelelő szakmai munkacsoportja, akkor új munkacsoportot is létrehozhatnak. Az egyezmények kidolgozása a munkacsoport hatásköre szerint történik. A hatásköri leírásban rögzítik a következő feladatokat [2]:

- a STANAG előkészítése;
- a STANAG kidolgozása a nemzeti vélemények és a NATO-parancsnokságok észrevételeinek figyelembevételével;
- a STANAG kialakítása a NATO valamelyik hivatalos nyelvén;
- a hatáskörbe tartozó, már kiadott STANAG-ek felülvizsgálata;
- kapcsolattartás más kidolgozó munkacsoportokkal a kapcsolódó területeken stb.

A *tanulmány elkészítésének* szakasza a célkitűzések elfogadásától az érvényesítési fázisig tart. Ekkor begyűjtik a szükséges információkat és ebben a szakaszban kidolgozzák a különböző tanulmányi vázlatokat. A szakasz időtartamát a feladatszabó hatóság állapítja meg. A szabványosítási célkitűzés számára kiadnak egy négyjegyű azonosító számot és kijelölnek egy kidolgozást irányító kezelőt is. A kidolgozás elindítása után a dokumentum célja és elvei nem változtathatók meg. A tanulmány elkészítésének fázisa akkor fejeződik be, amikor a munkacsoport elfogadja a tervezetet a feladatszabó hatóság részére történő átadásra. Ha ez nem történik meg a meghatározott időtartam alatt, akkor a feladatszabó hatóság felülvizsgálja a tanulmányt, és ha nincs megfelelő indok annak folytatására, akkor törli azt.



Az *Egyezmény vázlatának elkészítése* fázisára a munkacsoport befejezte a tanulmány kidolgozását, és az úgynevezett *ratifikációs vázlatot* előterjeszti a feladatszabó hatóság részére. A hatóság jóváhagyása után a ratifikációs vázlatot a nemzetek valamint a főbb NATO parancsnokságok egyeztetik. Az egyeztetés során véleményeket fogalmazhatnak meg, és megadják a tervezett vagy valós alkalmazásba vételi dátumot is.

A *ratifikációt* a tagállamok a saját jogrendszerüknek megfelelően hajtják végre. A ratifikációs és az alkalmazásba vételi információkat a tagállamok formanyomtatványon adják meg. A ratifikálás végeredménye lehet a STANAG ratifikálása, az egyezmény elfogadása módosítási igényekkel, fenntartásokkal történő elfogadás vagy elutasítás. A fenntartások azok az egyes nemzetek által megfogalmazott problémák, amik miatt a dokumentum egyes részét teljesen vagy részlegesen az adott országban nem lehet alkalmazni. A fenntartásokat a STANAG meghatározott részében rögzítik és a felülvizsgálatok során ezek átdolgozhatók. A ratifikálás kimenetelétől függően a feladatszabó hatóság a következő lehetőségekkel rendelkezik [2]:

- megküldi az egyezményt a MAS elnökének kihirdetésre, mellékelve a módosításra vonatkozó kérelmeket, a ratifikációs és az alkalmazásba vételi információkat (ezek a dokumentum „iii” jelű oldalán található);
- a fenntartásokkal ismételt egyeztetésre küldi a tagállamoknak;
- visszaadja a munkacsoportnak a szükséges átdolgozások végrehajtására;
- törli a programból a dokumentum kidolgozását.

A STANAG *kihirdetésére* a MAS elnöke jogosult. A dokumentumok a kihirdetés időpontjától lépnek érvénybe.

Az *alkalmazásba vétel* attól az időponttól történik, amelyet a nemzetek az alkalmazásba vételi dokumentumban megjelölnek. A feladatszabó hatóságnak lehetősége van egy úgynevezett *NATO végrehajtási dátum* megjelölésére. Eddig az időpontig az államoknak az Egyezményben foglaltakat a saját jogrendjükbe be kell vezetniük és alkalmazniuk kell. Az alkalmazást elrendelő dokumentum (ami országonként változó lehet) tartalmazza azokat az információkat, amelyek az egyezményben rögzítettek alkalmazásához szükségesek. Ezekben a nemzeti kiadványokban meg kell jelölni a vonatkozó STANAG hivatkozási számát.

A STANAG *felülvizsgálata* háromévente történik a feladatszabó hatóság irányításával. A felülvizsgálatot a felelős munkacsoportok hajtják végre. Ha a kidolgozó munkacsoport időközben feloszlott, akkor a feladatszabó hatóság új munkacsoportot vagy kezelőt jelölhet ki, illetve közvetlenül is végrehajthatja a szükséges egyeztetéseket. A felülvizsgálat eredményeként a STANAG-et változtatlanul hagyják, törlik, pontosítják vagy új kiadás megjelentetésével átdolgozzák. A felülvizsgálat során az adott egyezmény összevonásra kerülhet más dokumentumokkal, tartalmát átadhatják egy másik szövetségi kiadványba vagy a STANAG-et átadhatják más munkacsoport vagy feladatszabó hatóság részére.

A következőkben ismertetem a STANAG-dokumentumok általános felépítését illetve az azt meghatározó formai előírásokat.

*Fedőlap.* A fedőlap oldalszámozással nem rendelkezik. Fejlécében és láblécében tartalmazza a STANAG minősítését (pl. „nyílt”). A fedőlapon kerül megadók a STANAG számait és tárgyait, a kihirdetés dátumait valamint az előlapon megtalálható a kihirdetésért felelős aláírása. A STANAG minősítését a fejléc és a lábléc, a számát a dokumentum valamennyi oldala tartalmazza.

*A dokumentum következő, „ii” jelű oldala* táblázatos formában tartalmazza a STANAG módosításainak jegyzékét. Itt megadják a különböző magyarázó, értelmező megjegyzéseket, amelyek magára az egyezményre és az egyezményben alkalmazott meghatározásokra vonatkoznak. A rendelkezésekre álló szabványokban a STANAG részei („AGREEMENT” és „EXPLANATORY NOTES”) szó szerint megegyeznek. Ugyanígy megegyezik az a megjegyzés, amelyben rögzítik, hogy a ratifikációt, a végrehajtás és a fenntartások részleteit az „iii” jelű oldalak tartalmazzák.

*Az „iii” és azt követő (iv stb.) jelű oldai* tehát a tagállamok által történt ratifikálás és végrehajtás részleteit adják meg, valamint tartalmazzák az egyes államok fenntartásait. Táblázatos formában megadják nemzetenként a ratifikációs dokumentum hivatkozási számát a bevezetésre vonatkozó dokumentum számát valamint a haderőnemenkénti bevezetés dátumait. A fenntartások általában szöveges formátumúak. Megjegyzendő, hogy ezek az oldalak a STANAG-dokumentum végén, a számozott oldalak és a mellékletek után találhatóak.

*A dokumentum első számozott oldala* a fejléc már említett elemein kívül tartalmazza azon haderőnemek felsorolását, amelyekben az adott STANAG előírásait alkalmazni kell, valamint az „Egyeztetett angol/francia szövegek” megjegyzést. Ezen az oldalon kezdődik a tulajdonképpeni megállapodást ismertető rész, amelynek címe az adott STANAG megnevezése.

A megállapodást ismertető részben a következő részleteket adják meg:

- felsorolják a STANAG mellékleteit (amennyiben vannak ilyenek) az angol abc nagy nyomtatott betűivel és megnevezésükkel;
- megadják a vonatkozó és hivatkozott dokumentumokat;
- megadják az egyezmény célját;
- ismertetik az egyezmény szövegét, néhány esetben az egyezmény részletei külön kiemelik;
- a megállapodást ismertető rész végén megfogalmazzák azon elvárást, hogy a feladatszabó hatóság mikor tekinti a dokumentum tartalmát a nemzetek által alkalmazottnak;
- része lehet ennek a szakasznak egy, a tulajdonjogok védelmére vonatkozó szöveg. Ez a fejezet akkor szerepel, ha a közreadott információk vagy azok egy része a vonatkozó nemzetközi törvények szerint tulajdonjogi védelmet élvez;

Az utolsó számozott oldal után csatolják a *melléleteket és függelékeket*. Ezek ábrákat, táblázatokat vagy szöveges részt tartalmazhatnak, alkalmazásuk célja a tulajdonképpeni megállapodás tartalmi részének korlátozása. A melléletek és függelékek oldalait a melléklet betű- és számjelével valamint az azon belüli oldalszámmal jelölik (pl.: B-2-1 + a B2 melléklet vagy függelék első oldala). Ha egy mellékletre függeléket is csatolnak, akkor a függelék jelét és címét a melléklet címe alatt tüntetik fel.

A következőkben egy olyan szempontrendszert ismertek, amely véleményem szerint alkalmas a STANAG-ek tanulmányozására mind a már hazánk által elfogadott, mind az elfogadás előtt álló dokumentumok esetében.

Az egyes egyezmények vizsgálata az alábbi szempontok szerint végezhető el:

- a STANAG azonosítása: száma és megnevezése;
- a STANAG tartalma;
- mennyire hivatkozik az adott STANAG polgári szabványokra? Ennek meghatározása azért fontos, mert az ilyen STANAG csak akkor vezethető be és alkalmazható, ha a hivatkozott polgári szabvány előírásait is bevezették;
- hazánkban mely területeken alkalmazható?
- az adott STANAG magyarországi bevezethetősége;
- az elfogadásnál felmerülő esetleges fenntartások;
- milyen szintű legyen az egyezmény hazai kiadása? Ennek meghatározásához nyújthat segítséget az 1/2000 HM utasítás illetve a szabványosításról kiadott VKF-intézkedés.

A fenti szempontrendszer alapján áttanulmányozva a rendelkezésemre álló, főként repülőtechnikai STANAG-szabványokat, azokra az alábbi általános megállapítások tehetők:

- ezek a szabványok általában műszaki-technikai jellegű előírásokat tartalmaznak;
- polgári szabványokra való hivatkozást csak nagyon ritkán találhatunk;
- a szabványok megfelelő fenntartások megfogalmazása esetén ratifikálás után azonnal bevezethetők és alkalmazásba vehetők. Nehézséget jelenthet a terminológiai jellegű dokumentumok alkalmazásba vétele;
- jellegüknél fogva elsősorban a magyar légierőn belül kerülhetnek alkalmazásra;
- a fenntartások megfogalmazásánál figyelembe kell venni, hogy a jelenleg rendszerben lévő repülőeszközök általában nem felelnek meg az előírásoknak, és gyakran ezeken az eszközökön az előírások utólagosan nem érvényesíthetők;
- a STANAG hazai kiadásának szintjét az 1/2000 HM utasítás és a szabványosításról szóló vezérkari főnöki intézkedés alapján kell meghatározni, általánosságban az mondható el hogy minimálisan haderőnemi szintű kiadás szükséges.

## A SZABVÁNYOSÍTÁSI KOMPATIBILITÁS HELYZETE

A kompatibilitás fogalmát most a közéletben elterjedt, szélesebb értelmezésében használom [3]. A Magyar Honvédség *szabványosítási kompatibilitásába* beletartozik a NATO szabványosítási rendszerében és munkájában való magyar részvétel és a NATO érvényben lévő egységesítési-szabványosítási dokumentumainak hazai bevezetése, ezek elterjedtsége és alkalmazásuk mértéke. A széles értelemben vett kompatibilitásnak ez a szintje jellemezhető azzal is, hogy egy még nem ratifikált és ki sem hirdetett NATO dokumentumnak mennyi a hazai „átfutási ideje” illetve hogy a hazai ratifikálás és alkalmazásba vétel mennyi időt vesz igénybe. Az is mérvadó lehet, hogy az elfogadott és kihirdetett dokumentumokat hazánk mennyire képes alkalmazásba venni [4]. Ennek a sokrétű kérdésnek néhány oldalát kívánom megvilágítani ebben a fejezetben.

A hazai szabványosítás jogszabályi alapját a nemzeti szabványosításról szóló 1995. évi XXVIII. törvény adja. A törvény megalapította a Magyar Szabványügyi Testületet, amely megújult, az európai szabványosítási elveknek megfelelő feladatrendszerrel rendelkezik. A törvény felhatalmazása alapján született meg a katonai szabványosítás sajátos szabályairól szóló 63/1996. évi (V. 3.) számú kormányrendelet. E dokumentum alapján készülnek az MSz K jelű katonai nemzeti szabványok. A nemzeti katonai szabványosítás alapvető jogszabálya még az „egyes katonai nemzeti szabványok alkalmazásának kötelezővé nyilvánításáról” szóló 9/1996. évi (VII. 2.) HM-rendelet.

A jogszabályi háttérnek megfelelően létrejött a miniszterek tanácsadó testületként működő Katonai Szabványügyi Koordinációs Bizottság (KSzKB) amelynek tagjai a minisztériumok és néhány hatósági jogkörrel rendelkező országos hatáskörű szervezet. Ennek legfontosabb feladata a katonai nemzeti szabványosítás irányvonalának, célkitűzéseinek meghatározása, éves és középtávú tervjavaslatok elfogadása. Ezeket a tervjavaslatokat a Bizottság által létrehozott szakmai munkacsoportok állítják össze. A KSzKB elnöki teendőit a HM képviselője, alelnöki feladatait a gazdasági minisztérium képviselője, a titkársági feladatokat pedig a HM Haditechnikai Intézet Katonai Szabványosztály látja el. A Magyar Honvédség érdekeinek képviselete biztosított a Magyar Szabványügyi Testület Szabványügyi Tanácsában és műszaki bizottságaiban és történő részvétellel is. A katonai szabványosítás feladatainak ellátását biztosítja a Haditechnikai Intézeten belül működő Katonai Szabványosztály is.

A Magyar Köztársaság és a Magyar Honvédség képviselői közreműködnek a NATO szabványosítással foglalkozó szervezeteinek munkájában is. Így megtalálhatók hazánk képviselői minden olyan szervezetben, amely a tagállamok delegáltjait is magában foglalja.

A katonai nemzeti szabványosítási tevékenységnek figyelembe kell vennie a NATO-tagságból adódó követelményeket. A magyar katonai szabványoknak meg kell felelniük a NATO követelményeinek is. Emellett kiemelt szerepet tölt be a NATO egységesítési-szabványosítási dokumentumainak (STANAG, AP stb.) fokozatos átvétele (ratifikálása) és alkalmazásba vétele, nemzeti keretek közötti megjelenítése és alkalmazása, a nemzetközi és az európai szabványok átvétele.

Hazánk már a NATO-csatlakozás előtt, a Békepartnerségi Program keretében is megkapta a NATO szabványosítási-egységesítési dokumentumainak egy részét. A dokumentumok kezelésére és feldolgozására a Haditechnikai Intézet Katonai Szabványosztály kapott megbízást. A Katonai Szabványügyi Koordinációs Bizottság határozata szerint azokat — elsősorban műszaki és anyagi jellegű — a NATO egységesítési dokumentumokat, amelyek a honvédségen kívül más szervezetekre is vonatkoznak, célszerű nemzeti katonai szabványként kiadni. E szabványok kidolgozása az MSzT/306 Katonai Műszaki Szabványosítási Bizottságban (KSzMB) folyik. A jelenleg hatályos és kidolgozás alatt álló katonai nemzeti szabványok mintegy 19%-a NATO STANAG alapú valamint közel 1%-a MIL-alapú szabvány [5].

A NATO egységesítési-szabványosítási dokumentumainak hazai elterjesztése és megismertetése hosszú és időigényes folyamat, amelyben fontos szerepet játszhatnak többek között a Magyar Honvédség oktatási intézményei is. Oktató- és kutatómunkám során magam is szembesültem azzal a ténnyel, hogy jelenleg az országban megtalálható STANAG és más NATO egységesítési dokumentumok beszerzése nehézkes, hosszú időt és sok adminisztrációs munkát igénylő folyamat. Ezt a folyamatot könnyítheti meg a Haditechnikai Intézetben létrehozott számítógépes adatbázis-rendszer, amely a tervek szerint biztosítani fogja a Honvédelmi Minisztérium és a Magyar Honvédség szervezetei és intézményei részére az on-line hozzáférést az adatbázisban szereplő STANAG- és AP-dokumentumokhoz, de csak a HM zárt (katonai) intranet (extranet) hálózatán keresztül [1].

Összefoglalva a széles értelemben vett kompatibilitás *szabványosítási szintjének* helyzetét, megállapítható, hogy hazánk ezen a területen *részleges* kompatibilitást ért el [3]. A szabványosítási tevékenység törvényi háttere adott és megfelel a követelményeknek. A magyar nemzeti és katonai szabványosítás rendszere képes a NATO egységesítési rendszerével való együttműködésre. Hazánk katonai és polgári szakértői egyre jobban bekapcsolódnak a NATO-ban folyó egységesítési-szabványosítási tevékenységbe. Folyamatban van a NATO ilyen jellegű dokumentumainak átvétele és hazai alkalmazása. A szabványosítási kompatibilitás szintjén felmerülő néhány további feladat [4]:

- tovább kell erősíteni hazánk részvételét a NATO egységesítési-szabványosítási tevékenységében, növelve az ebben a munkában részt vevő szakértők és delegáltak számát és ezzel biztosítva a megfelelő érdekérvényesítést is;

- lehetőség szerint növelni kell a hatályos és kidolgozás alatt álló NATO-dokumentum-alapú katonai nemzeti szabványok számát, gyorsítva ezzel az ilyen jellegű egyezmények hazai bevezetését és elterjesztését;
- javítani kell az országban megtalálható NATO szabványosítási dokumentumokhoz való hozzájutás lehetőségét. Ez nagymértékben javítaná e dokumentumok ismertségét és későbbiekben segítené azok alkalmazását;
- biztosítani kell, hogy a nem NATO-alapú nemzeti katonai szabványok megfeleljenek a Szövetség követelményeinek és előírásainak.

#### FELHASZNÁLT ÉS HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] ANDREJCSIK Gyula–SZATTER Gyula–LÉNÁRT Sándor: NATO STANAG- és AP-nyilvántartás magyar számítógépes adatbázis-rendszer. Haditechnika, XXXIV. évfolyam 2000/4. szám, 44–46. o.
- [2] GAÁL Csaba szerkesztésében: Szabványosítás és egységesítés. HM Haditechnikai Fejlesztési és Beszerzési Főosztály, jegyzet, 2000.
- [3] KOVÁCS József: Kompatibilitás és NATO kompatibilitás. Repüléstudományi Közlemények, XII. évfolyam 29. szám, 2000. 379–384. o.
- [4] KOVÁCS József: A NATO szabványosítási rendszere és a NATO-kompatibilitás. Repüléstudományi Közlemények, különszám I., Szolnok, 2001. 185–193. o.
- [5] LENGYEL Sándor: A magyar katonai nemzeti szabványosítás rendszere, Haditechnika, XXXIV. évfolyam 2000/3. szám, 54–55. o.
- [6] NATO kézikönyv. Stratégiai és Védelmi Kutatóintézet, Budapest-NATO Információs és Sajtóiroda, Brüsszel, 1999.



## FORRADALMIAN ÚJ FEJLESZTÉSI IRÁNY A LÉGI HÁBORÚK MEGVÍVÁSÁRA

Az elmúlt évek során a nagyhatalmak, különösen az USA légierejének fejlesztésénél két tényező jelentős felerősödését észlelhettük. Az egyik, hogy nehezen viselik el a személyi veszteséget a fegyveres harc során, a másik, hogy a személyi veszteségek elkerülése érdekében a haditechnikai fejlesztés jelentős költségnövekedését is elfogadták. Ennek következtében az ember által vezetett harci repülőeszközök védetségét „lopakodó” (stealth) tulajdonságok növelését, illetve a fegyverzet, a különböző megsemmisítő „stand off” eszközök önálló célra vezetésének, nagy távolságból történő indításának technikai problémáit oldották meg.

A fenti technológiák azonban hihetetlen mértékben megdrágították az új harci repülőeszközök előállítását, alkalmazását és fenntartását. A költségek óriási mértékű növekedése új, költségkímélő megoldások felkutatását tette szükségessé.

Először a megoldást a repülőgépek tipizálásában, a típusválaszték szűkítésében, a kifejlesztésre kerülő új repülőgép többcélú feladatra való alkalmasságában, és az alkatrészek, részegységek tipizálásában és kompatibilitásában látták. Ez vezetett az árak emelkedését megtörő Gripen és a Joint Strike Fighter kifejlesztéséhez, amely repülőgépek korszerűségük mellett viszonylag alacsony beszerzési és élettartam-költségekkel fognak rendelkezni. Azonban a pilóta életét, mentését biztosító technikai megoldások miatt a tervezett, mintegy 30 millió USD beszerzési ár és annak kb. kétszeresét kitevő élettartam költségek miatt e repülőgépek még így is nagy terhet jelenthetnek a katonai költségvetés számára.

Az igazi költségkímélő megoldás, az elmúlt évek helyi konfliktusaiban eredményesen tevékenykedett felderítő robotrepülőgépek képességeinek további növelése, aktív védelmi és támadó képességek kifejlesztése útján válik lehetővé.

## A ROBOTREPÜLŐGÉPEK ELŐNYÖS TULAJDONSÁGAI

A robotrepülőgépek nagyon sok előnyös tulajdonsággal rendelkeznek. Vegyük sorba őket:

- mivel nincs a fedélzetükön ember, alapvetően képesek megoldani az élő erő megóvását a fegyveres harc során. Ez anyagilag megfizethetetlen előnyt jelent;
- az emberi erővel való takarékoság azonban a légierő vonatkozásában nem csak azt jelenti, hogy a pilótát nem veszítjük el a légi harc vagy a légvédelem



találata miatt, hanem azt is, hogy nem kell speciális egészségügyi követelményeknek megfelelő embereket kiválasztani, azokat legalább négy éves pilótaképzésben részesíteni, majd típusátképzésben és folyamatos repülőképzésben jártasságukat fenntartani. Ez a katonai költségvetés szempontjából hatalmas összeg, mivel a pilóta gyakorlati képzése a repülőtechnika és a hozzá tartozó földi infrastruktúra folyamatos működtetését jelenti;

- a repülőgépvezető által vezetett és a robotrepülőgép gyártási költségszintje között sokszoros az arány a pilóta által vezetett repülőgép javára. Egyrészt azért, mert a robotrepülőgép nem kell, hogy tartalmazza a pilóta életfunkcióit és tevékenységét biztosító rendszereket, berendezéseket, másrészt a robotrepülőgépek, mint később látni fogjuk élettartam szempontjából is igénytelenebbek;
- a pilótát a robot fedélzetén a számítógép helyettesíti. Mivel az ember által vezetett repülőeszközök fedélzetén is ma már a repülőgép vezetési, navigációs, felderítési, célzási, rakétarávezetési stb. funkciók jelentős részét a számítógép vezérli, az csak a komputer szoftver kiegészítését jelenti, ha a pilóta többi funkcióit is a számítógép magára veszi;
- a robotrepülőgépek egyik legnagyobb előnye a gazdaságosság. Ez abból adódik, hogy lehetnek többszöri, vagy egyszeri felhasználásúak. A többszöri felhasználású felderítő, elfogó, vagy csapásmérő robotoknál megoldható, hogy békeidőszakban csak korlátozott számú, a kiképzést és a készenléteket biztosító eszközök legyenek igénybe véve, a többi harcászati vagy hadászati tartalékot képezzen, ezáltal konzervált állapotban nem igényel ráfordítást. A készenléti eszközök szintén csak esetenként vannak igénybe véve, a kiképzési célú eszközök pedig csak a számítógépes, szimulátoros kiképzés kiegészítői lehetnek. Mindez a légierő jelenlegi fenntartási, kiképzési költségeinek csak a töredékét igényelné;
- az egyszer felhasználható öngyilkos eszközök, főleg csapásmérésre lennének alkalmazva. Szerkezetük, vezérlésük egyszerű, költségtakarékos lehetne. Csak katonai konfliktus esetén kerülnének felhasználásra, ezért békeidőszakban ráfordítást nem igényelnének.

Fentiekből az következik, hogy a robotrepülőgépekkel felszerelt légierő, mind a működés, mind a fenntartás szempontjából nagyon gazdaságos lenne.

## A FEJLESZTÉS JELENLEGI HELYZETE, A FŐBB ALKALMAZOTT TÍPUSOK

Az USA és Izrael foglalkozik komolyan a roboteszközök fejlesztésével. Több típus vonatkozásában közös fejlesztés is látható, de más országok is megkezdtek saját fejlesztéseiket.

Az USA például tervezi egy légiflotta létrehozását a Northrop-Grumman RQ-4A Global Hawk típusú, nagy magasságon, nagy távolságú repülésre képes robotrepülőgépből, és a haditengerészet részére a Fire Scout függőlegesen fel- és leszálló robotrepülőgépből, melyet szintén az előbbi cég fejleszt. Közben az amerikai hadsereg és a légierő már alkalmazza a Shadow 200 harcászati és az RQ-1A Predator közepes magasságon alkalmazható felderítő robotokat. A Predator sikeresen tevékenykedett a koszovói konfliktusban.

Az izraeli hadsereg alkalmazza a Hunter és a Pioneer elnevezésű robotokat. Az amerikai védelmi miniszter William Cohen szerint, a robotrepülőgépek „precedens nélküli magas szinten járultak hozzá a koszovói 78 napos NATO-akció sikeréhez. A védelmi minisztérium tovább fogja javítani ezen eszközök harcászati, technikai, alkalmazási feltételeit, hogy minél jobban integrálódjanak a katonai operációk egészébe”, illetve „néhány probléma ellenére, a robotok sikeres alkalmazása tisztán bemutatta Koszovóban, hogy képességeik, hatékonyságuk, rugalmas alkalmazhatóságuk fontos harceszközzé teszi őket a jövő harcterén”.

Korábban a robotrepülőgépek elsődlegesen felderítésre, kutatásra, célazonosításra voltak alkalmazva, de a jövőben cél elfogásra, rakétaindításra, bombavetésre is alkalmazhatók lesznek. Az amerikai légierő az RQ-1A-ról indított AGM-114 Hellfire típusú rakétát. A robotrepülőgép képes lézeres célmegjelölésre és nagy értékű földi célok megsemmisítésére vadászrepülőgép segítségével.

Az amerikai védelmi tervezők halálos csapásmérésre képes Global Hawk-ot képzelnek el. A Védelmi Tudományos Főnökség elgondolása szerint egy ilyen fegyvereket hordozó robotrepülőgép őrjáratozásból gyorsan képes támadni különböző földi és tengeri célpontokat. A fent említett „Stand off” fegyverek jellegzetessége, hogy az ellenség tűzhatás körzetén kívülről indíthatók, lehetővé teszik a robotrepülőgép részére, hogy a csapásmérés során kívül maradjon az ellenséges föld-levegő rakéták és gépágyúk hatókörén.

Az amerikai hadsereg nem csak merev, hanem forgószárnyas robotrepülőgépeket is fejleszt. Ilyen eszköz a nagy hatótávolságra fejlesztés alatt álló A160 Hummingbird robothelikopter. A fejlesztés 1998 óta folyik. A helikopter tömege 1820 kg, 11,3 m hosszú, méretei hasonlóak a Predator robotrepülőgéphez, légi utántöltés nélkül 5500 km megtételére alkalmas, illetve a levegőben tud maradni 30—40 órát, maximális sebessége 260 km/h.

Fenti robotokon kívül a cégek jelentős erőfeszítéseket tesznek újabb és újabb eszközök kifejlesztésére. Ilyen a Boeing által bemutatott X-45, a General Atomics által fejlesztett Predator, a Koszovóban még alkalmazott Hunter.

## ÚJ HADÁSZATI ELKÉPZELÉSEK

A nemzetközi katonai szaksajtó nagyon sok elgondolást közöl a robotok alkalmazásáról főleg amerikai katonai vezetőktől és kutatóktól. A robottechnika és az

informatika fejlesztésével teljesen átalakul a katonai gondolkodás és jövőkép. Nem túl hosszú időtávon, 2020 körüli időszakra, mind a légierő, mind a szárazföldi csapatok a harcérintkezési területen mind több különböző típusú harci robottal akar rendelkezni. A fejlesztéseket ismertető folyóirat cikkek változatos „gyilkoló gép” megoldásokat ismertetnek. Ezek közé tartozik a városi felderítésre szánt robotkígyó, amelyik az ostromlott város utcáin haladva gyűjti a felderítési adatokat és közli azokat a harcállásponttal. Speciális páncélozott robotemberek, amelyek utcai harcok megvívására, épületek elfoglalására képesek. Terepjáró aknalerakó illetve aknaszedő robotjárművek, amelyek a legveszélyesebb feladatok ellátására is képesek. Robotvezérlésű harcokocsik, páncélozott harcjárművek, melyek távvezérlés útján teljesítik feladataikat.

Külön kutatás-fejlesztési téma az áramforrások és hajtóanyagok, hajtóművek fejlesztése. A különböző üzemanyagcellák, a hidrogén és a metanol oxidálási folyamatának fejlesztése teljesen új típusú nagyhatású üzemanyagok és hajtóművek létrehozását teszi lehetővé. Az eszközökben az üzemanyag mennyiség és a hajtómű méret drasztikusan lecsökken, a teljesítmény és az alkalmazási időtartam megnő. Mindez lehetővé teszi a hadszíntéri tevékenység forradalmi megváltoztatását illetve az élőerő jelentős megkímélését.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Fentiek alapján a hadsereg és a légierő technikai fejlesztése során figyelembe kell vennünk a nemzetközi tendenciákat és csatlakozni kell azokhoz a technikai eszközfejlesztésekhez, beszerzésekhez, amelyek elősegítik mind az élőerővel való takarékoskosságot, mind a gazdaságosságot. Mint NATO-tagállam fokozott figyelmet kell fordítani a NATO országoknál rendszerbe kerülő új, korszerű technikai eszközökre és/vagy a fejlesztéshez való csatlakozás, vagy az eszköz beszerzése útján kell felzárkózásunkat megoldani.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

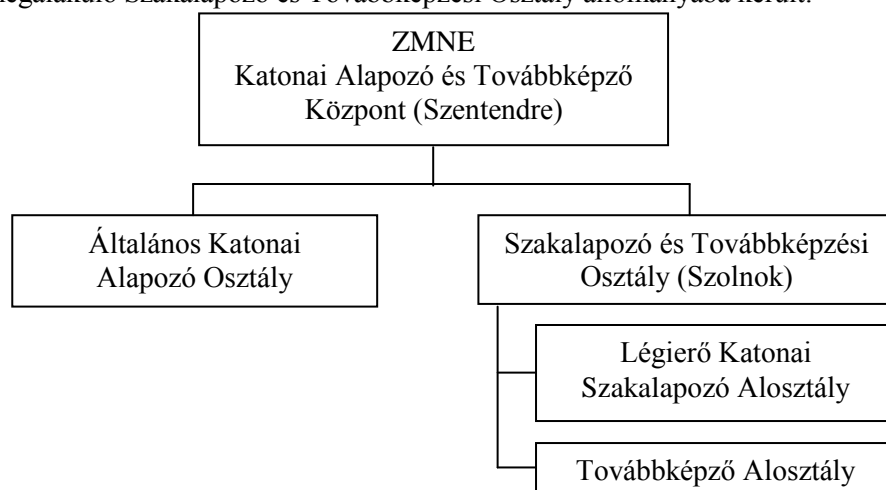
- [1] CLIFFORD Beal: Brave new world. Science fact, not fiction. Jane's Defence Weekly. 9. February 2000.
- [2] GRAHAM Warwick: The mother of all UAVs. Flight International. 8–14 August 2000.
- [3] BILL Sweetman: Coming soon to the theatre near you. Smart weapons. Interavia July/August 1999.
- [4] DR. PETÁK György: A repülő szakemberek szakismeretei és képességei iránti igény a technikai fejlődés tükrében. ZMNE Repüléstudományi közlemények 2000. XII. évf. 29. szám.

## A LÉGIERŐ TOVÁBBKÉPZÉSI OSZTÁLY 1997–2001

### AZ OSZTÁLY MEGALKULÁSA, SZERVEZETI VÁLTOZÁSAI

1997 szeptember elsejével megszűnt a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Repülőtisztai Főiskolai Kara. Ezen a karon volt egy Általános katonai tanszék.

A ZMNE vertikális integrációjával a szolnoki oktatási egységeket beintegrálták az egyetem különböző oktatási egységeibe. Az Általános katonai tanszék megszűnt, a volt oktatói állomány egy része az egyetem szentendrei bázisán megalakuló Katonai Alapozó és Továbbképző Központ részeként a szolnoki kampuszon megalakuló Szakalapozó és Továbbképzési Osztály állományába került:



1. ábra. Katonai Alapozó és Továbbképző Központ

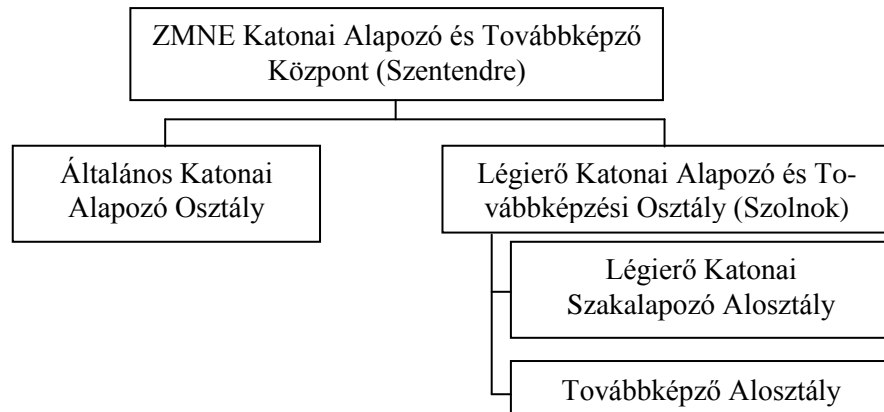
1997 szeptember elsejével 1 fő osztályvezető és 5 fő szakoktató került beosztásba. A szervezeti formából adódóan a főiskolai oktatói beosztásokat az állomány elvesztette; mind az osztályvezető, mind a szakoktatók kinevezéssel kerültek beosztásba. Mivel az új szervezeti formában a tanszék funkciói megszűntek, csak mint oktatási osztály került besorolásra, az eredeti tanszéki állomány 30%-át elveszítette az osztály, mert többen nem vállalták az új beosztásokat. 1998 júniusában sikerült teljesen feltölteni az osztályt, melynek tagjai láthatók az alábbi képen:



2. ábra. Az osztály összetétele

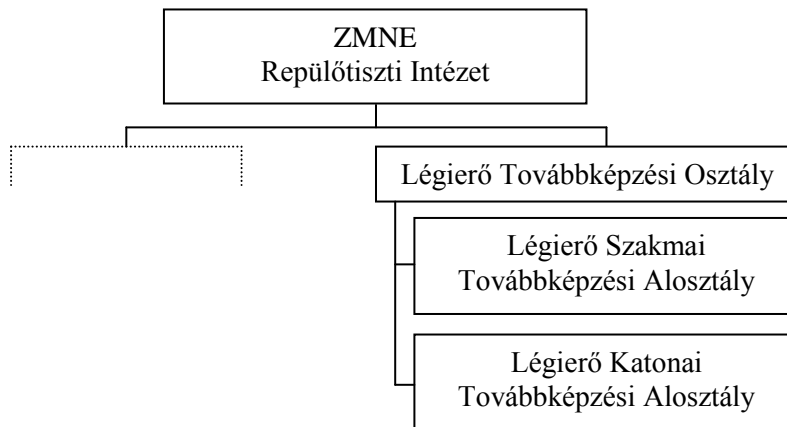
A szervezeti formából adódóan az osztály vezetését 1 fő osztályvezető és 2 fő alosztályvezető képezte, ebből a továbbképzési alosztályvezető az osztályvezető távolléte esetén helyettesítette az osztályvezetőt. Az osztályvezető 1998-tól zárójeles igazgatóhelyettes lett, hogy a Szentendre és Szolnok közötti nagy távolság miatt megfelelő önálló döntési jogköre legyen. E nélkül az osztály működésképtelen lett volna. Az osztály anyagi területeinek biztosítását 1 fő anyagi zászlós biztosította. 1997 őszétől beinduló tanfolyamok olyan óraterhelést jelentettek az osztálynak, hogy külső előadókat kellett bevonni az oktatásba.

A megnőtt tervezési és szervezési feladatok ellátására szükség lett volna 1 fő előadóra, de azt többszöri kérésre sem kapta meg az osztály. 1998-ban újabb változás következett be:



3. ábra. 1998-ban bekövetkezett változások

Az átalakulások során 2 fő nyugdíjba vonult, 2000-ben újabb változás történt:



4. ábra. 2000-ben bekövetkezett változások

A Légierő Szakmai Továbbképzési Alosztály vezetője 2001 márciusában más beosztásba került. 2001 júliusában az osztály megszűnt, átalakult Légierő művelet-támogató tanszékké — viszont az eredeti állomány 40%-át elveszíti az átalakítás miatt. Összességében 1997–2001. 12. 31-e között 11 fő vált ki az állományból — ez 110%-os változást jelent 4 év alatt.

## AZ OSZTÁLY FELADATRENDSZEREINEK VÁLTOZÁSAI

A régi képzési struktúrából örökölte az osztály az Általános katonai tanszék által tartott órákat: szabályzatismeret, alaki, harcászati, vegyvédelmi, műszaki, lökiképzési, tereptani, igazgatási ismeretek, valamint munkavédelmi, jogi és gépjármű-parancsnoki ismereteket. 1997 év őszétől az alapkiképzés és a gyakorló rajparancsnoki kiképzés már Szentendrén a Katonai Alapozó és Továbbképző Központ (KATK) által került végrehajtásra.

1997 novemberétől az akkor még 2. Légvédelmi és Repülő Hadtest Parancsnokság (ma Légierő Vezérkar) felkérésére az osztály megkezdte a repülő és légvédelmi alegységparancsnoki tiszti állomány NATO orientációs felkészítését 4 hét időtartamban. Az osztály a Magyar Honvédségben elsőként a Légierő részére hajtott végre ilyen irányú felkészítést! Ebben az évben 2 csoport végzett. Az osztály elkészítette az új egyetemi képzési struktúrában a katonai vezetői szak repülésirányítói szakirány, valamint a gépész- és villamosmérnöki szak repülőcsapatok részére képzett szakirányainak a speciális katonai képzési tantárgyprogramjait és tematikáit. Ezekbe az anyagokba bedolgoztunk olyan speciális katonai témákat, amelyek teljesen különböznek a szárazföldi csapatoktól, és csak a repülőcsapatoknál találhatók meg.

Mindhárom szakon megkezdte az osztály a hallgatók NATO orientációs felkészítését is rövidített tantárgyprogram és tematika alapján.

1998-ban újabb 10 tiszti csoport fejezte be a NATO orientációs felkészítést, és felmerült az igény a légierő részéről, hogy a tiszthelyettesek részére is kellene NATO orientációs felkészítést végezni, mert a jövőben erre az állománykategóriára fog hárulni a kiképzés és a feladat végrehajtás nagy része. A kidolgozói munka elkezdődött.

1999-ben az osztály a Magyar Honvédségben elsőként kezdte meg a Légierő részére a tiszthelyettesek NATO orientációs felkészítését! Az év végéig 10 csoport végzett. A 10 tiszti csoporttal együtt már összesen 20 csoport továbbképzését végezte el az osztály.

2000-ben az újabb 10 tiszti és 10 tiszthelyettesi csoporton kívül — a HM 1/2000-es intézkedésének megfelelően — 1 szolgálatvezetői csoport beosztásra történő felkészítését és szintén a Magyar Honvédségben először a légierő részére 1 vezénylő (vezető) zászlósi (tiszthelyettesi) csoport felkészítését végezte el az osztály.

2001 július végéig 2 tiszti csoport és 7 tiszthelyettesi csoport NATO-felkészítését, valamint 1-1 vezénylő (vezető)-, szolgálatvezetői-, és speciális angol tiszthelyettesi tanfolyamot készített fel az osztály a légierő részére. Az osztály örökösen hagyja a Légierő művelettámogató tanszékének a tisztek és tiszthelyettesek NATO STANAG-ekre történő felkészítését, az Egyetem repülő szakirányú hallgatóinak speciális katonai felkészítését és a Légierő részére a HM 1/2000-es intézkedésében meghatározott át- és továbbképzéseket.

## IN MEMORIAM

Az osztály állományában 1997 szeptember – 2001 július között a következők dolgoztak:

- Dr. Jakab László alezredes Phd;
- Dr. Kecskeméti Sándor alezredes;
- Csomor János alezredes;
- Fehér András alezredes;
- Kelemen István alezredes;
- Félegyházi T Imre alezredes;
- Sarvajcz József őrnagy;
- Csapó Imre őrnagy;
- Hansági Győző őrnagy;
- Szekeres József százados;
- Bárdos Péter százados;
- Spanberger György zászlós.

## **FELHASZNÁLT IRODALOM**

- [1] FÉLEGYHÁZI T IMRE: A Légierő Katonai Alapozó és Továbbképző osztály története. LKAT.
- [2] 964/181: A Repülőtiszt Intézet Szervezeti és Működési Szabályzata, ZMNE, 1999.
- [3] 150/ 2000: A Repülőtiszt Intézet Légierő Továbbképző Osztály Szervezeti és Működési Szabályzata. RTI, 2000.
- [4] 26/2000: Munkaterv Légierő Katonai Alapozó és Továbbképzési osztály 1999–2000. LKAT, 1999.
- [5] 81/2001: Munkaterv Légierő Továbbképző Osztály 2000–2001. LTO, 2000.





## A DROGPREVENCIÓ FELADATAI A LÉGIERŐ CSAPATAINÁL

A mai kábítószernek (drognak) minősülő anyagok élvezeti szerként való használata, társadalmi és egyéni hatásai, veszélyessége és káros következményei miatt nem engedélyezett illetve büntetőjogilag is tilalmazott, szankcionált. Bár a történelem során ezek a szerek szociokulturális, vallási, rituális, gyógyászati stb. funkciója fokozatosan háttérbe szorult, és a XIX. század végére kialakult az a felfogás, hogy fogyasztásuk erkölcstelen, nemkívánatos és egészségkárosító. A XX. században és különösen az 50-es évektől kezdve a civilizáció egyik legnagyobb kihívásaként a világ szinte minden pontján jelentős keresleti cikké vált. Ezzel párhuzamosan a társadalom egészséges, önvédő reakciójaként fokozódott az állami beavatkozás — elsősorban korlátozó, büntető jogszabályok útján —, de a droghasználat járványszerű terjedése napjainkban sem csillapodott.

De mi is a drog? Az angol eredetű *drog* szót gyűjtőfogalomként használjuk. Ide sorolunk minden pszichoaktív — pszichés működésekre ható, azokat befolyásoló — szert, ami hangulati és magatartásbeli változást — feldobottságot, jó közérzetet (eufóriát) és/vagy függőséget — idéz elő. A drogok lehetnek legálisak és illegálisak. A legális drogok közé soroljuk azokat a drogot, melyek előállítását, fogyasztását, terjesztését az ország törvényei és társadalmi szokásai elfogadják. Ilyen drog például a nikotin és számos gyógyszer. Magyarországon a legtöbb legális drog forgalmazására az élelmiszer-törvény vonatkozik. Illegálisak azok a szerek, amelyekkel a visszaélést a törvény bünteti. Nálunk ebbe a körbe tartoznak a klasszikus kábítószerek (pl. opiátok) és a kábító hatású gyógyszerek (pl. az opiátot tartalmazó codein, barbiturátorok).

Mindezek alapján *kábítószernek minősül* minden olyan gyógyszer vagy vegyszer, ami a szervezetben — elsődlegesen a központi idegrendszerben — olyan változást idéz elő, ami átmeneti vagy tartós személyiségváltozást okoz.

A kábítószer-fogyasztás elérte az iskolákat, a munkahelyeket, a játszótereket és a társadalom kisebb nagyobb csoportjait. Így a hadsereg sem mentes ezektől a jelenségektől, hisz ahogy a polgári lakosság, úgy a katonák is használtak drogot, különösen a nagy pszichés megterhelést okozó háborúk idején. Gondoljunk csak a legújabb kori történelmünk kapcsán a kamikázéokra, akik azokból az amfetamin származékokból merítették halált megvető bátorságot, amit ma a fiatalok diszkódrogként ismernek. Az első világháborút végigkísérte a kábítószerezés, különösen a rendkívül veszélyes feladatokat ellátó pilóták körében volt népszerű a kokain.

A Magyar Honvédségnél jelenleg ha a szenvedélybetegség kerül szóba, jó-részt a sorozott állományra gondolunk, azonban legalább annyi figyelmet érdemel a *hivatásos és a szerződéses* állomány is. Ugyanis az alkohol- és nikotinfo-gyasztás, a gyógyszerfüggőség valamint ezek káros hatásai már most is érzékel-hetők. A szervezeti változások keltette létbizonytalanság, a külszolgálatok okozta stressz, a családokért való aggodás, a követelményeknek való megfelelés nehézségei vagy egy esetleges háborús konfliktusban való részvétel olyan pszi-chés megterhelést és rizikófaktort jelenthet a hivatásos és szerződéses állomány-nál, ami megsokszorozza a szenvedélybetegség kialakulásának veszélyét. Ezért elengedhetetlen, hogy szembenézzünk ezzel a veszéllyel, ismerjük meg a típusa-it, hatásukat az emberi szervezetre, a viselkedésre, a személyiségre és a társas viszonyokra. Tisztában kell lennünk a kábítószer-fogyasztás motivációival, a megelőzés, a terápia, az utógondozás lényegi kérdéseivel valamint azokkal a jogszabályokkal, amelyek a prevenció és a szankcionálás eszközei.

## A KÜLÖNFÉLE KÁBÍTÓSZEREK HATÁSAI

A különféle kábítószer az ember testére, értelmére, érzelmeire, viselkedésére hat-hatnak. Éppen ezért nem elegendő ismerni a szer hatását, fontos ismerni annak mel-lékhatásait is. A drogok hatásuk szerint az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- marihuána;
- LSD;
- narkotikumok (ópiátok);
- stimulánsok:
  - amfetaminok;
  - speed;
  - extasy;
  - kokain;
  - crack;
  - a belélegzett illékony kábítószer.

### A marihuána

A világ legelterjedtebb kábítószere az *indiai kenderből* származó marihuána illetve jóval erősebb változata a hasis. Ez utóbbit Shen Nung kínai császár i. e. 2737-ből származó gyógyszerkönyve is említi, de nem pszichoaktív anyagként, hanem a malária, a reuma, a köszvény és különféle női bajok ellenszereként. Tetrahydrocannabinolnak (THC-nak) hívják azt a vegyületet, amely az emberi érzékelésekre, viselkedésre hatással van. A hasist rendszerint dohánnyal keverik, így a füst beszívása általában gyorsabban hat, és a gyakorlottak ilyenkor jobban ellenőrzésük alatt tudják tartani a hatást.

**RÖVID TÁVÚ HATÁS:** egyetlen adag elszívása idézi elő, és néhány órán belül elmúlik. A „csúcs” — eufória érzés, amely alatt a használó többet beszél és nevet a szokásosnál — tünetei az enyhe alkoholmérgezéshez hasonlóak. Az érverés felgyorsul, a szem kivörösödik. A későbbi stádiumban a használó csöndessé, elmélkedővé és álmosná válik. Nagyobb adagoknál a hatások erősödnek, a személy elveszíti időérzékét, néhány percet is óráknak érez. A kenderszármazékok zavart idézhetnek elő az emlékezetben, a logikus gondolkodásban. Alkohollal, altatókkal vagy bizonyos más szerekkel vegyítve a hatás erősödik.

**HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSOK:** megnövekszik a szervezet tűrőképessége, ugyanazon hatás eléréséhez egyre több kábítószerre lesz szükség. Nagy adagok használatakor a THC napokig a szervezetben marad. Ismételt használatból a szervezetben visszamaradó mennyiség növekszik. Lelki függőséget okoz, ami azt jelenti, hogy a személy gondolkodásában a szer központi helyet foglal el. Leszokni különlegesen nehézé válik. A kenderszívók általában erős dohányosok is. A rendszeres használóknál ún. „flash-back” jelenség keletkezhet, különösen azoknál, akik korábban LSD-t vagy más hallucinogéneket is kipróbáltak. Ez azt jelenti, hogy az egyén váratlanul, minden figyelmeztető jel nélkül „csúcsra” kerül anélkül, hogy előzőleg újabb adag kábítószerrel vett volna be. A „flash-back” általában meglehetősen ijesztő élmény.

**TÚLADAGOLÁSUK TÜNETEI:** hányinger, álmoságérzet, amelynél fennállhat az a veszély, hogy a fogyasztó megfullad a saját hányadékában.

**AZ ELVONÁS TÜNETEI:** erős lelki függőséget okoz, kialakul bennük az élet iránti közömbösség.

**AMIT ÉSZRE KELL VENNÜNK:** égett levelek erős szaga, apró magok a zsebekből, cigarettapapírok, színtelen ujjak, vörös táskák a szem alatt.

## **Az LSD**

Az LSD a gabonán élősködő *anyarozs gombájának alkaloidja*, gyógyszerkísérletek során akadtak rá, és véletlenül derült fény a pszichotikus hatására. Erős hallucinációkat, víziókat vált ki, akár hónapokkal fogyasztása után is. Tehát az LSD részben mesterséges úton előállított kábítószer, amely laboratóriumi körülmények között fehér, szagtalan, vízben jól oldódó kristályos por. Mivel szinte minden kábítószerrel fehér por alakjában hoznak forgalomba, ezért ránézésre nehezen különböztethető meg.

Az utcán megjelenő LSD gyakran nem teljesen fehér, mivel általában keverten forgalmazzák. Az LSD előfordulhat kapszulákban, tablettákban és folyékony halmazállapotban is.

**RÖVID TÁVÚ HATÁSOK:** általában egy órán belül jelentkeznek, ha a szert befevcskendezik, még gyorsabban és kb. 12 órán át érződnek. A hatás nem egyszerűen

re múlik el, hanem fokozatosan gyengül, időnként az alany már nem is érzi, majd ismét jelentkezik. Néha ez az érzés napokig eltarthat. Az LSD elsősorban az autonóm és a központi idegrendszerre hat. Röviddel a szer szervezetbe kerülése után a vérnyomás megnövekszik, emelkedik a testhőmérséklet, kitágulnak a pupillák és felgyorsul a szívverés. Gyakran kíséri mindezt az izmok elernyedése, reszketés, émelygés, fázás, zsibbadás, étvágytalanság és hiperventilláció, vagyis túlságosan gyakori és mély légzés. A test elveszíti koordinációs képességét és ügyességét.

**HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSOK:** a „flash-back”-ek előfordulása, vagyis az LSD hatása jelentkezik anélkül, hogy a használó előzőleg újabb adagot vett volna be. Napokkal, hetekkel sőt hónapokkal az LSD használata után is felléphet ez a jelenség, amely pánikot, félelmet okozhat, esetleg kezelésre is szükség lehet. Különösen veszélyes lehet a „flash-back” például harcjárművezetés közben. Mentális betegségek megjelenése, hosszú időn át tartó súlyos depresszió és/vagy szorongás követi. Lelki függőség alakulhat ki, amikor a kábítószer utáni vágy annyira felerősödik, hogy az egyént nehéz cselekedeteiben visszatartani. Számtalanszor vezet használata öngyilkossághoz.

**TÚLADAGOLÁSUK TÜNETEI:** hányinger, pulzus, vérnyomásváltozás, pszichotikus tünetek, dühkitörések, pánikszerű félelmek.

**AZ ELVONÁS TÜNETEI:** miután rendkívül erős lelki függőséget okoz, mély depressziók fordulhatnak elő. Kísérő jelenség lehet az alkar- és lábszárfájdalmak.

**AMIT ÉSZRE KELL VENNÜNK:** szüntelen kockacukrok, erős testszag, a postai bélyegeknél kisebb bélyegek.

## **A narkotikumok (ópiátok)**

Az antik világ legismertebb kábítószeré az ópium volt. Ezt az anyagot már i. e. VII. században jól ismerték a mediterrán népek. A római orvosok altató, kábító és fájdalomcsillapító szerként használták. Az ópiumtól a középkori török katonák bátorságuk fokozódását várták, Indiában pedig fontos élvezeti cikknek számított. Az ópium és készítményei (morfium, heroin, ópiumszármazékok) a *mák termésének levéből* állítják elő. Az ópiumot eszik vagy szívják. Az ópiátokat por vagy változó színű és mértékű kapszulák és tabletták formájában lehet beszerezni. Előfordulhatnak sűrítvények, ampullák, folyadékok formájában is. Ezek a szerek a magasabb agyközpontokat stimulálják, majd a központi idegrendszer aktivitását csökkentik. A többi kábítószerhez hasonlóan a hatás függ az adag nagyságától, a szervezetbe való juttatás módjától, a korábbi tapasztalatoktól, a körülményektől és a használótól.

**RÖVID TÁVÚ HATÁSOK:** egyetlen adag bevétele után is jelentkeznek, de néhány óra elteltével már elmúlnak. A használó először „a csúcsra kerül”, azután pedig „stabil állapotba”, amikor éhség, fájdalom, szexuális készletesség nem zavarja. Nagyobb adag zsibbadást, szédülést okozhat. Mérsékelten nagy adag esetén a

használó kimelegedik, elnehezdednek a végtagjai, a szája kiszárad. Ezután hamarosan „elszáll”, álomszerű állapotba jut, elfelejti a világot. Ha továbbnövelik az adagokat, jobban észrevehetővé válik a légzőszervek csökkenő aktivitása, amelyek megbénulhatnak és ez halálhoz vezet. Nagyobb adag bevétele után az egyént már nem lehet magához téríteni, a pupillák túhegynyire szűkülnek össze, a bőr kihűl, nedvessé és kékes színezetűvé válik.

**TÚLADAGOLÁSUK TÜNETEI:** mély álomszerű eszméletvesztés, majd légzésbénulás.

**AZ ELVONÁS TÜNETEI:** rendkívül erős lelki-fizikai függősége miatt, ha a szervezetbe nem jut kellő mennyiségű anyag, olyan fizikai fájdalmat érez a beteg, amelybe bele is halhat. Továbbá fellép még az erős remegés, hasmenés, pánikszerű idegesség, ami szinte elviselhetetlen, ezért a „száraz elvonás” szinte lehetetlen.

**AMIT ÉSZRE KELL VENNÜNK:** a heroin és morfium tűket, fecskendőket, gypjú érszorítókat, rugókat, köteleket, öveket, égett üvegtetőket és kanalakat, műanyag tasakokat.

## **A stimulánsok**

*Amfetaminok* és a vele rokon kábítószereket *szintetikus úton állítják elő*, és a központi idegrendszert stimulálják. A „speed” amfetaminokat a hangulatjavító hatásuk miatt használják, és orron, szájon át vagy a vénába adott injekció útján kerülnek be a szervezetbe. Általában sárgás kristályos porokról van szó, azonban rendszerint más kábítószerral keverik. A kokaint leggyakrabban felszippanjták. Az amfetaminok és a kokain hatása nem csak az agyban, hanem a szívben, a tüdőben és más szervekben is megjelenik.

**RÖVID TÁVÚ HATÁSOK:** egyetlen adag képes röviddel a szervezetbe bejutás után hatást kifejteni, amely néhány óra múlva megszűnik. A hatás akkor a legintenzívebb, ha a szert a vénába adják, míg leggyengébben a szájon át bevett adag hat. A szer rövid távú lelki hatása a fokozott készenlét, energiatelítettség, a fáradtság elmúlása, a jókedv, az eufória. Ha növelik az adagot a használó beszédessé, nyugtalanná, izgatottá válik, erősnek és hatalmasnak érzi magát, minden külső ok nélkül furcsán kezd viselkedni, különös dolgokat művel. Sokan agresszívvá, ellenségessé válnak.

**HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSOK:** a rendszeres használat két tünetcsoportot fejleszt ki. Bizonyos tünetek megegyeznek a rövidtávúakkal, mások pedig egészen eltérőek. Ezek lehetnek direkt és indirekt hatások. A direkt hatást a szer okozza, míg az indirekt hatást a használó életvitele, viselkedése és egyéb tényezői befolyásolják.

**DIREKT HATÁSOK:** megnövekszik a tűrőképesség, azonban a kívánt hatás eléréséhez mindig nagyobb adagra van szükség. Függőség alakul ki, azaz a használó kényszerrel érez a szer bevételére. Ha valaki hirtelen leáll az amfetamin adagolásával, elvonási tünetek jelentkeznek. Ezek a fáradtság, a hosszú de rossz alvás, ingerlékenység, kínzó éhség, mély depresszió, ami már öngyilkossághoz is vezethet. Megnövekedhet az erőszakos cselekedetre való hajlam is. Ezek a tünetek átmenetileg elmúlnak, ha az egyén újból kábítószerhez jut.

**SPEED** az amfetaminnak egy fajtája, ugyancsak szintetikus úton állítják elő. Fogyasztása orron át felszívva történik, de keverik italba is, ritkábban feloldva vénásan juttatják a szervezetbe. Túladagolásába már az első alkalommal bele lehet halni. A szer kiürülése után mély depresszió lép fel.

**AZ ELVONÁS TÜNETEI:** levertség, végtagfájdalmak.

**TÚLADAGOLÁSUK TÜNETEI:** fennáll a szívinfarktus vagy az agyvérzés veszélye, ezért azonnali orvosi beavatkozásra van szükség.

**AMIT ÉSZRE KELL VENNÜNK:** edények, különböző színű kapszulákkal és tasakokban porral.

**EXTASY** szintén szintetikus úton előállított kábítószer, melynek felhasználási módja tabletták formájában történik. Legnagyobb veszélye, hogy kikapcsolja a szervezet védekező mechanizmusait.

**ELVONÁSI ÉS TÚLADAGOLÁSI TÜNETEI:** ugyanazok mint a speed-nél.

**AMIT ÉSZRE KELL VENNÜNK:** többnyire kedves figurákat ábrázoló különböző színű tabletták.

**KOKAIN** a természetben előforduló stimuláns kábítószer, amelyet a koka nevű növény leveléből nyernek. A kokaint általában áttetszően fehér kristályos por alakjában hozzák forgalomba, más anyagokkal, például cukorral vagy helyi érzéstelenítőkkel keverten. A port a használók általában főliszippantják vagy befecskendezik.

**RÖVID TÁVÚ HATÁSOK:** a központi idegrendszer stimulálásának következményeként éberség, gyakran eufória, csökkent étvágy, megnövekedett fájdalomtűrés, fáradtság elmúlása, testhőmérséklet emelkedése, esetleg hányás, légzésszám emelkedése, nagy testi erő és szellemi képességek növekedésének érzete jelentkezik. Nagy adagnál paranoia, érzékszervi csalódások, hallucinációk jelentkezhetnek.

**TÚLADAGOLÁSUK TÜNETEI:** eszméletlen állapot, drasztikus vérnyomásesés, majd akut szívhalál.

**AZ ELVONÁS TÜNETEI:** erős lelki függőséget okoz.

**AMIT ÉSZRE KELL VENNÜNK:** fehér kristályos por kis tasakban, vagy vékony alufóliában. A használónál a feltűnően vörös ornyálkahártya.

**CRACK** a legalattomosabb, leggyilkosabb kábítószer. Felhasználása pipában vagy cigarettában történik, és mivel rendszerint szennyezett, rövid idő után halálhoz vezet.

**TÚLADAGOLÁSUK TÜNETEI:** drasztikus vérnyomásesés, szívroham vagy agyvérzés.

**AZ ELVONÁS TÜNETEI:** elviselhetetlenül erős lelki függőséget okoz. Előfordulnak hallucinációk, pszichózisok, agresszió, hatalmas kirobbanások, pánikreakciók. Testi jelenség a szürke, petyhüdt, megereszkedett bőr. A leszokás erről a szerről még a heroinnál is nehezebb!

**AMIT ÉSZRE KELL VENNÜNK:** kis, kőszerű darabkák, néha üvegfiolába vagy műanyag tasakokban. Kis szélfogók, gyertyák, zsilettpengék.

**A BELÉLEGZETT ILLÉKONY KÁBÍTÓSZEREK** rengeteg, a mindennapi életben használatos termék gőzének belélegzése okozhat mérgezést és szívbénulás következtében beálló halált.

RÖVID TÁVÚ HATÁSOK: közvetlenül a belégzés után jelentkeznek, és néhány órán illetve napon belül elmúlnak. A „csúcs-érzés”: eufória, izgatottság, jókedv, hallucinációk, de ezzel együtt tüszentés, köhögés, bőrpírulás, fényérzékenység, émelygés, hányás. A központi idegrendszeri depresszióknak három fázisa van:

- első fázis: zavar, céltalanság, unalom, látászavar, görcs, fejfájás, sápadtság;
- második fázis: álmos, kábult érzés, izomkoordinációs zavarok, hebegő-motyogó beszéd, lassú reflexek;
- harmadik fázis: bizarr álmok, eltompulás, delírium, eszméletvesztés.

A hatások általában egy órán keresztül tartanak, az utóhatások (fejfájás, sápadtság stb.) azonban még a következő napon is gyakran előfordulnak.

HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSOK: az ismételt, vagy hosszú távú használat hatásai visszafordíthatók, elmúlnak, ha az egyén felhagy a szer használatával. A leggyakoribb hatásai az orrvérzés, a véres szem, fájdalom az orrban és a szemben, fáradtság, feledékenység, reszketés, képtelen a logikus gondolkodásra, állandó szomjúság, súlyvesztés, amnézia, depresszió, ingerlékenység, agresszivitás és paranoia.

## A TÖRVÉNYI SZABÁLYOZÁS LÉNYEGE

A demokratikus államok alkotmányai széles körben, igen nagy szabadságot biztosítanak polgáraiknak. E meglehetősen széles intervallumon belül önmaguk választhatják meg fogyasztási szokásaikat, szabadidejük eltöltésének módját stb. E szabadságnak azonban vannak törvényben meghatározott határai, amely a kábítószeres használatára (élvezetére) is kiterjednek. A kábítószeres használatára vonatkozó jogi szabályozás nemzetközileg egységes abban, hogy *bűncselekménynek* minősíti. A szabályozás részleteiben azonban jelentős az eltérés az országok társadalmi megítélése szerint. A Magyar Köztársaság Országgyűlése 1999. március 1-jén — a szervezett bűnözéssel kapcsolatos törvénycsomag részeként — Európa egyik legszigorúbb szabályozását vezette be hazánkban. A törvény általi szigorítás indokolt lépés volt, hisz a kábítószerrel való visszaélés társadalmi érdekeket sért, és a társadalom többségi véleményét tükrözi.

### A büntetőtörvénykönyv (Btk.) rendelkezése

A büntetőtörvénykönyv (Btk.) rendelkezése szerint:

- aki a hatósági előírások megszegésével kábítószerrel természet, előállít, megszerez, tart, az országba behoz, onnan kivisz, az ország területén átvisz, büntetett követ el, és **5 évig** terjedő szabadságvesztéssel büntethető;
- aki a hatósági előírások megszegésével kábítószerrel kínál, átad, forgalomba hoz, vagy azzal kereskedik, büntetett követ el, és **2 évtől 8 évig** terjedő szabadságvesztéssel büntetendő;



- ha a bűncselekményt a fegyveres erők vagy a büntetés-végrehajtási szervezet objektumaiban követik el, a büntetés **5 évtől 10 évig** terjedő szabadságvesztés;
- a büntetés **10 évtől 15 évig** terjedő vagy **életfogytig tartó** szabadságvesztés is lehet, ha a bűncselekményt jelentős mennyiségű kábítószerrel illetve bűnszervezet tagjaként vagy megbízásából követik el;
- aki kábítószerrel visszaélés elkövetésére felhív, ajánlkozik, vállalkozik, vagy a közös elkövetésben megállapodik, büntett miatt **3 évig** terjedő szabadságvesztéssel büntetendő;
- ha a kábítószerrel való visszaélés csekély mennyiségű kábítószerrel követik el, a büntetés vétség miatt **2 évig** terjedő szabadságvesztés, **közérdekű munka** vagy **pénzbüntetés** illetve a kínálás és átadás elkövetési magatartások esetén **2 évig** terjedő szabadságvesztés;
- az a személy, aki a hatósági előírások megszegésével kábítószer fogyaszt, vagy nagy nyilvánosság előtt kábítószer-fogyasztásra hív fel, — ha súlyosabb bűncselekményt nem valósul meg — vétséget követ el, és **2 évig** terjedő szabadságvesztéssel büntetendő;
- az a kábítószerfüggő személy, aki a hatósági előírások megszegésével kábítószer termesz, előállít, megszerez, tart, az országba behoz, onnan kivisz, az ország területén átvisz, vétséget követ el, és **2 évig** terjedő szabadságvesztéssel büntetendő;
- az a kábítószerfüggő személy, aki hatósági előírások megszegésével kábítószer kínál, átad, forgalomba hoz, vagy azzal kereskedik, büntetett követ el, és **3 évig** terjedő szabadságvesztéssel büntetendő;
- az a kábítószerfüggő személy, aki a hatósági előírások megszegésével kábítószer fogyaszt, illetőleg saját fogyasztása céljából tart, csekély mennyiségű kábítószer saját fogyasztása céljából előállít, termesz, megszerez, csekély mennyiségű kábítószer 18. évét betöltött személynek fogyasztás céljából kínál, átad, vétséget követ el, és **1 évig** terjedő szabadságvesztéssel, **közérdekű munkával** vagy **pénzbüntetéssel** büntethető;
- korábbi szabályozás szerint a csekély mennyiségű drogot fogyasztó személy **6 hónapos** gyógykezelés fejében mentesült a szabadságvesztéssel fenyegető rendelkezés alól, e kedvezmény 1999. március 1-jétől csak a **kábítószerfüggő betegeket** illeti meg.

## A törvényi szabályozás sajátosságai

A törvénymódosítás szerint csak kizárólag a *kábítószerfüggő, pszichiátriai betegek* definiált kábítószer-fogyasztó mentesül a büntetés alól.

A börtönbejutástól való félelem miatt a segítségre szorulóknak egy részénél a

*primer prevenció* lehetősége kizárásra került (a segítségre szorulóknak többnyire nem merik megosztani titkaikat azokkal sem, akik még segítségükre lehetnének).

Mivel hazánkban a legális kábítószer jó része megvásárolható (szerves oldószerek, maró anyagok stb.) komoly a veszély, hogy a kábítószer-élvezők egy része *visszatér a „szipuzáshoz”*, azaz az olcsó, büntetés nélkül fogyasztható, de a központi idegrendszert közvetlenül és erősen károsító anyagokhoz.

## A KÁBÍTÓSZERFOGYASZTÁS ORVOSI, PSZICHOLÓGIAI MEGÍTÉLÉSE

### A kábítószerfüggőség, mint betegség

Orvosi értelemben a kábítószer-függőséget a *szenvedélybetegségek* közé soroljuk. E megítélés szerint — más betegségekkel együtt — tulajdonképpen mindnyájan hajlamosak vagyunk e betegség kialakulására. A szenvedély kialakulásához azonban az örökletes, génekben hordozott adottság önmagában nem alkalmas, míg más tényezők közrehatása mellett (stresszes környezet, negatív családi minta, a sorozatos kudarc, sikertelenség stb.) már valódi betegséggé alakulhat. A droghasználat tünet ugyanúgy, mint a láz vagy a szédülés. Csak amíg ezek a test betegségére utalnak, addig a drogozás a *lélek betegségére* utal. A láz vagy a szédülés esetében sem a tünet kezelése a fő feladat, hanem az azt kiváltó betegséget kell meggyógyítani. Ugyanígy van ez a kábítószerrel kapcsolatosan is, hiszen a drogozás hátterében általában komoly személyiségfejlődési zavar áll. A szakembereknek (orvosoknak, pszichológusoknak,) ezeket a zavarokat kell pszichoterápiás eszközökkel korrigálni, esetleg megszüntetni. Ha sikerül ezt megtenni, akkor a tünet, mármint a kábítószer-fogyasztás meg is szűnhet.

A szenvedélybetegségből tehát *ki lehet gyógyulni*, azonban a tapasztalatok azt mutatják, hogy a korai beavatkozások a legeredményesebbek. Ezért fontos a megelőzés (prevenció), a szenvedélybetegségek hatásainak korrekt leírása és azoknak az előjeleknek a széles körű megismertetése, amelyek birtokában figyelni tudunk embertársainkra, és időben tudunk fellépni ellene.

## A KÁBÍTÓSZERFOGYASZTÁS ELLENI FELLÉPÉS HADSEREGBENI EREDMÉNYEI ÉS FELADATAI

A katonai életviszonyok közötti szabályozás elsőként a *Fegyveres Erők Szolgálati Szabályzatában* jelent meg, ahol a 205. pont úgy rendelkezik: „Laktanyában és más katonai objektumban vagy azon kívüli szolgálati tevékenység közben

(munkaidőben), valamennyi ór-, ügyeleti, készenléti és készségi szolgálatba lépőknek illetve szolgálatban lévőknek szeszestalt és más kábító hatású anyagokat fogyasztani tilos.” A honvédség struktúrája, szervezett élete lehetővé teszi a hatékony megelőző (prevenciós) tevékenység támogatását, a nagy létszámot érintően végezhető mentálhigiénés egészségmegőrző munkát.

## **A Magyar Honvédség drogprevenciós tevékenységének konkrét formái**

A Magyar Honvédség drogprevenciós tevékenységének konkrét formái, melyben a légierő állománya is aktívan részt vállal:

- az MH EVI egészségnevelési osztálya 1995-óta folytatja az *Egészségesebb laktanyákért* prevenciós programot, amelynek kiemelt területe a mentálhigiénés program, a szenvedélybetegségek (drog, alkohol, dohányzás) kialakulásának megelőzése, illetve az AIDS megelőzése, a családi életre nevelés, a szexuális kultúra fejlesztése, az egészséges táplálkozási szokások, a fittség kialakításának igénye valamint a megjelenés- és viselkedéskultúra kialakítása;
- az 1997-ben meghirdetett *Drog-riadó* nevű megelőző program azt a célt tűzte ki, hogy a katonák megfelelő ismereteket szerezzenek a kábítószerrek hatásairól, ártalmairól. Számos kiadvány is napvilágot látott a témával kapcsolatban;
- a megelőzést szolgáló szolgáltatások közül 1999 január 1-jétől működik a *Humán Tanácsadó Telefonszolgálat* (06-80-200-598, és 06-80-200-857);
- 1999. április 1-én a honvédelmi miniszter 51/1998. (HK. 15.) utasítása értelmében megalakult a *Magyar Honvédség Drogprevenciós Bizottsága*. A bizottság a honvédség állományára vonatkozó drogstratégia alapján a szakemberek bevonásával végzi szerteágazó munkáját;
- az MHPK, VKF 115/1998. sz. intézkedésében meghatározta az MH személyi állománya *kábító hatás alatti állapotának ellenőrzésével* kapcsolatos feladatokat;
- az MH EVI bázisán kialakították a *droginformációs rendszert* és adatbankot;
- az MHPK, VKF *körlevelet adott ki* a Btk. kábítószerrel kapcsolatos változásairól, a kábítószer-fogyasztás egészségügyi következményeiről;
- a hivatásos és különösen hangsúllyal a tartalékos *orvosok képzésébe* bekerült a kábítószer-fogyasztás felismerése és szakmai teendői;
- *tájékoztató szakanyagok* készültek az alegységparancsnokok valamint a drogprevencióban résztvevők részére a drog hatásairól, annak felismeréséről, valamint a velük kapcsolatos teendőkről.

## AMIT A KÁBÍTÓSZERHASZNÁLAT SORÁN ÉSZRE KELL VENNÜNK

A drogstratégiában a *legfontosabb cél a megelőzés*, azaz a prevenció. A parancsnokok, katonatársak felelőssége igen nagy, mert a drogfogyasztó pszichés, fizikai, magatartásbeli változását valamint a használati tárgyak gyanújeleit észre kell venniük környezetükben, a napi élet folyamán. Röviden tekintsük át e változások és tárgyi gyanújelek legfontosabb megnyilvánulásait.

Pszichés változások:

- a drogfogyasztó viselkedése rendszerint abban nyilvánul meg, hogy az illető befelé fordul, magányos lesz, keresi az izolált helyeket;
- a drogfogyasztó rejtegeti szokásait a közösség elől, ezért feltűnő izolálódással jár együtt;
- nagyfokú ellazulás, fantáziába való menekülés is jellemzi, mely együtt járhat a beteg hallucinációival;
- ok nélküli hangulatváltozások jellemzik, örömkítőrések, torzult nevetés, közömbösség;
- az elváltozott, elferdült mimika, egy olyan embernek az arckifejezése, akin látszik, hogy „nincs itt”, hogy „nem azzal beszélget akivel beszél”;
- figyelem és koncentráció képességének, illetve térbeli és időbeli tájékozódás zavara is felléphet;
- összefüggéstelen, csapongó bő beszéd jellemezi, a szer hatásától függően.

Fizikális hatások:

- az ismeretlen eredetű tűszúrások a karokon, a combok belső felületén, a bokák környékén, a nyakon, a halántékon, esetleg elfekélyesedett sebek a szúrások helyén;
- külső jelenség lehet az erőteljes testsúlycsökkenés, a folyamatosan száraz ajak, az étvágytalanság;
- a legfeltűnőbb a tekintet megváltozása, amelyet kifejezhet a pupillatágulás vagy szűkülés;
- a szemek környéke és a szem duzzadt, a szem vörös, gyulladt;
- orrfolyás, könnyezés, nyáladás és kisebesedett orrkörnyék jellemzi;
- hirtelen és erősen romló fogazat;
- zavarja a környezete, mások jelenléte, de a fények és a zajok is nyugtalanító hatást jelentenek számára;
- jellemzővé válik a testhőmérséklet drasztikus ingadozása, a hőhullámok megjelenése;
- a drogfogyasztó mozgása lelassul, járása bizonytalanává válik, remegő kezek jellemzik.

Magatartásbeli zavarok:

- hirtelen és indokolatlan teljesítményromlás jelentkezik;
- lazulnak a társas kapcsolatok, a nagyfokú izolálódási kényszer miatt meg is szűnhetnek;
- az érdeklődés beszűkülése lesz a jellemző, mely életmódbeli változást eredményez:
  - az elhanyagolt, ápolatlan test és külső (ruházat) mindenképpen feltűnő jelensége a drogfogyasztónak;
  - egyre gyakoribbá válik a megmagyarázhatatlan pénzszíke (az örökös „kölcsonkényszer”).

A fentiek alapján látható, hogy a különböző változások, hatások és zavarok komoly mértékben veszélyeztetik a légielő csapatainál mind a béke, mind pedig a konfliktus időszakának feladatait. Gondoljunk csak azokra a hatásmechanizmusokra, amelyek jóval a szer bevétele után jelentkeznek. Itt példaként megemlíthető a gépkocsi-, és a harcjármű-vezetőknél, a különböző technikai eszközöket kezelő és javító (feltöltő) személyeknél esetlegesen jelentkező hatások következményeit. Ezeknek az előre nem látott veszélyforrásoknak a kezelése az adott feladat végzése során szinte megoldhatatlanná válik a parancsnokok és más szakemberek számára. A szer hatása alatt álló személy nemcsak a jó közösségi szellemet, a bajtársi légkört rombolja, hanem a tevékenysége során előforduló balesetek, katasztrófák és egyéb nemkívánatos eseményekkel hosszú időnek az eredményességét is aláássa. Nem beszélve arról a társadalmi hatásról és hangulatról, amely egy-egy ilyen ok miatt bekövetkező eseményt kísérne.

### **A használati tárgyakban, eszközökben megmutatkozó gyanújelek**

Ezek a következők:

- feltűnő jel, hogy a drogkellékeket általában a fényérzékenységük miatt ezüstpapírban tartják;
- kisméretű plasztik tasakok, kis csomagocskák megjelenése;
- a szerek egy részének hevítési igénye miatt a füstös, kormos eszközök (kanalak, kapszulák) is utalhatnak drogfogyasztásra;
- ugyancsak ennek a jelei az injekciós tűk, a fecskendők és a különböző, szokatlan eredetű pipák;
- különböző nyomott figurákkal ellátott, fehér vagy színes tabletták;
- megjelenhetnek ismeretlen eredetű gyógyszerek, kapszulák, esetleg üres vagy kitöltött orvosi vények;
- színes ábrákkal díszített, a postai bélyegektől kisebb méretű bélyegek;
- kisméretű üveglap, zsebtükör, borotvapenge, csőszerűen összesodort bankjegy, kis fém szívócsövek;

- zöld vagy barna színű, ismeretlen eredetű növényi törmelékek, magvak;
- kézzel sodort cigaretták, gondos sodrással történő lezárással.

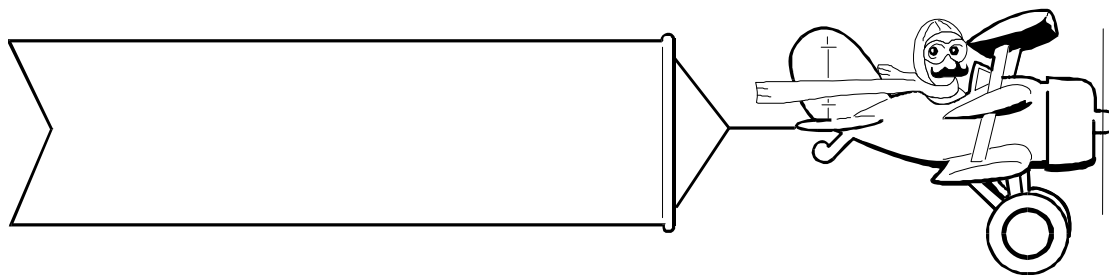
A gyanújelek jelentkezésekor fontos, hogy a parancsnokok megtegyenek minden szükséges intézkedést a helyzet tisztázására. Mindenekelőtt nem kell pánikot kelteni, ugyanis az elhamarkodott, netalán rossz döntés sokat árthat a közösség részére. Tehát fontos a körültekintő, a szakemberek véleményére is számító vizsgálat. A gyanújelek észlelésekor az első teendők között végre kell hajtani a köteléknél a célirányos ellenőrzést, az állomány — lehetőleg a szakemberek által végrehajtott — kikérdezését és végül pedig, ha egyedi esetről van szó, a kábítószer-élvező (szenvedélybeteg) orvos által irányított kezeléseit. Erre azért is kell ügyelni, mert az előzőekben leírtak szerint a „lélek betegségét” kezelni kell, ami orvosi, majd egy bizonyos ponton túl már parancsnoki és más szakemberek (pszichológus, lelkesz, humán szakember stb.) által megoldandó feladat.

A tanulmányomban leírtakkal szeretném ráirányítani a figyelmet a téma fontosságára, és elsősorban a parancsnokok, a vezénylő zászlósok, a szolgálatvezetők, s más a személyi állománnyal közvetlenül foglalkozók részére a tennivalókat is magába foglaló ismeretek összefoglalására.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DR. BUDA Béla: Szenvedélyeink. Az MH Egészségügyi Csoportfőnökség kiadványa, 1995.
- [2] FEKETE Mária: Drogprevenció az MH Légierő Vezérkarnál. Humán Szemle, 1999/3.
- [3] KURDICS Mihály: A kábítószer itt van testközelben. Zsiráf Kiadó, 1996.
- [4] PAKSI Borbála: A drogfogyasztásról, a drogfogyasztókról kialakult/kialakított sémák. Addictologia Hungarica, 1994/5.
- [5] DR. RÁCZ József: A drogfogyasztó magatartás. Medicina Kiadó, Budapest, 1988.
- [6] DR. TAKÁCH Árpád: A drog. SubRosa Kiadó, 1998.
- [7] DR. TRINGER László: Bűncselekmény-e a kábítószer-fogyasztás? Magyar Nemzet 1999. április 24-i szám.
- [8] A Honvéd Vezérkar egészségügyi csoportfőnök 191/1999. (HK. 1/2000.) szakutasítása, a Magyar Honvédség személyi állománya kábítóhatás alatti állapotának ellenőrzéséről
- [9] A Honvédelmi Miniszter 51/1998. (HK. 15.) utasítása a Magyar Honvédség Drogprevenációs Bizottságának létrehozásáról.
- [10] Az MHPK, VKF 115/1998. (HK.) intézkedése az Magyar Honvédség személyi állománya kábító hatás alatti állapotának ellenőrzésével kapcsolatos feladatokról.





## KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI ROVAT

Rovatvezető: Dr. Rohács József

Rovatszerkesztők: Dr. Németh Miklós

Eszes János





Dr. Rohács József

## INFORMATIKAI HÁLÓZATOK ÉS INTELLIGENS ESZKÖZÖK A MODERN HARCÁSZAT ALAPJAI

*Ez a tanulmány a szerzőnek a HM Elektronikai, Logisztikai és vagyongazdálkodási Rt. Innovációs Bizottságában végzett munkája és a Bizottság összesítő stratégiai elemzéseinek a felhasználásával készült. A szerző ezúton is köszönetet mond a támogatásért.*

Az utóbbi két évtizedben jelentősen megváltoztak a harcászat alapelvei, a modern hadviselés szervezési, vezetési és technológiai lehetőségei. Ezen belül alapvető a kontrolelmélet, az információ technológia, a robottechnika és a mikrogépészet terén végbement — szinte forradalmi — változások nyújtotta új lehetőségek kihasználása.

A gyakorlatban ez a digitális katonait, a hálózat alapú harcászatot és robotizálást, mikrorobotizálást jelenti.

Egy kisebb ország, amilyen Magyarország nem engedheti meg magának, hogy jelentős hadsereget tartson fenn. Ezért számára nagyon fontos, hogy kis létszámú, jól felszerelt, gyorsan és hatékonyan alkalmazható, egymással tökéletesen kommunikáló, egymást a feladatok végrehajtásában segítő egységekből álljon. A sajátos geopolitikai helyzetünkől, a szövetségi rendszerünkől adódóan és a modern hadseregtől elvártak szerint a magyar katonai alakulatoknak három fő feladatot kell ellátnia:

- a magyar légtér és az ország területi szuverenitásának a védelme;
- közreműködés a NATO-feladatok ellátásában;
- közreműködés katasztrófa-helyzetek megelőzésében és felszámolásában.

Az első esetben az emberek, a terület, a légtér és a gazdasági, ipari erőforrások, létesítmények védelmét kell megoldani. Ide kell érteni a terrorizmus elleni védelmet és a határőrizeti tevékenységet is. A második feladat a szerződéses partnerekkel való együttműködést, a béketeremtésben és békefenntartásban való részvételt valamint a közös konfliktuskezelést tartalmazza. A harmadik feladat mindenféle természeti, ipari stb. katasztrófa-helyzetben való hatékony közreműködést igényel a megelőzéstől, a helyzet ellenőrzésén, felszámolásán keresztül az utólagos értékelésig.

A vázolt feladatokat csak a modern harcászat lehetőségeinek a minél jobb, minél teljesebb kihasználása jelentheti. Ezért nagyon fontos a modern lehetőségek megismerése, a magyar fejlesztések beindítása, és a nemzetközi feladatmeg-

osztásban minél jobb pozíciók elérése. Azaz a globalizálódó ipari és technológiai-innovációs rendszerbe a lehető legjobb bekapcsolódással biztosítani a magyar kutatási potenciálnak megfelelő helyet.

## ÁTTÉRÉS AZ ÚJ ELVEKRE

A védelmi, biztonsági és a hagyományos értelemben vett katonai feladatok ellátására a katonaságot szinte forradalmian át kell alakítani. Ezen átalakítás kiváltó okait alapvetően a feladatok- és a lehetőségekbeli változások generálják. A feladatok szintjén a változásokat megjelenítik:

- a hidegháború vége, a hagyományos ellenségkép elvesztése, új feladatok kijelölése;
- a béketeremtés és békefenntartás koalíciós feladatainak a felvállalása;
- új feladatok felvállalása, pl. drogsempészet miatt a földi, vagy alacsony magasságban mozgó járművek felderítése, a terrorizmus elleni küzdelemben a felderítés szintjétől való bekapcsolódás, a lokális harcok kezelése;
- a globalizálódó információs rendszerek védelme jeleníti meg.

A problémakör kezeléséhez hozzátartoznak a következő sajátosságok:

- a védelmi kiadások relatív csökkenése — a katonai kutatás-fejlesztés egy részének a polgári és magánintézetekhez kerülése és ezzel párhuzamosan mind a polgári, mind a katonai fejlesztések információs védelmének fokozása;
- felgyorsult műszaki fejlődés, információrobbanás — globalizálódó innováció<sup>1</sup>, éleződő piaci verseny, integrált és hálózatközpontú védelmi rendszerek kialakulása, valós idejű szimulációra és szituációelemzésre épülő döntéstámogatási rendszerek, precíziós fegyverek alkalmazása, nagyfokú automatizálás, új műszaki lehetőségek stb.;
- a fenntartható fejlődés elvének általános elfogadása — a katasztrófa-helyzetek kezelése (a társadalmi, környezeti, ipari tevékenységek miatti katasztrófa-helyzetek kialakulásának kockázatelemzésétől a következmények felszámolásáig) a védelmi tevékenység részévé válik.

A katonai felderítés és védelem a vázolt hatások miatt, jelentős átalakuláson megy át. Ennek a „közkatonát” is érintő hatása, hogy felértékelődik az emberi élet védelme. Ma már a kormányok nem járulnak hozzá olyan, a hazai területektől távol eső béketeremtő és békefenntartó tevékenységhez, melyben súlyosan veszélyeztetik saját állampolgárait, saját katonái életét. Ugyanez vezérli őket a katasztrófa-helyzetek kezelésében is.

---

<sup>1</sup> innováció = kutatás + fejlesztés + mérnöki tevékenység + gyártás.

Az új felderítési, helyzetértékelési és védelmi rendszerek kialakításakor az egyes egyének, a „közkatonák” szintjét érintő változások három területre koncentrálnak:

- az egyéni védelmi felszerelés és fegyverzet tökéletesítése, a túlélési valószínűség növelése;
- az egyén bekapcsolása az integrált információs és döntéstámogató rendszerbe;
- az egyén kiváltása robotok alkalmazásával.

Az információs rendszerek védelmével talán külön is foglalkozni érdemes. Ez lényegében teljesen megújuló feladat. Talán elég csak arra rámutatni, hogy az idő múlásával egyre komolyabban vetődik fel a kérdés, győzött-e a NATO a koszovói harcokban. Közben nemcsak a leelőzhetőnek hitt lopakodó elvesztésre, de — a nyilvánosság számára még kevésbé ismert — információs hadviselésre gondolnak.

A gazdaság és az ipar hagyományos védelme ma már jelentősen túlmutat a korábban legmerészebbeknek titulált elképzeléseknél is. Egyfelől a kutatás-fejlesztés támogatási rendszerének változása miatt egyre több — korábban katonainak tekintett — kutatás átkerül a nyílt, polgári kutatási központokba. Másfelől hihetetlenül felgyorsult a tudományos és technológiai fejlődés. Ezért a megmaradt katonai kutatások fokozottabb védelme mellett jelentősen javítani, fejleszteni kell a polgári kutatás-fejlesztés illetve a teljes innovációs folyamatok ellenőrzését, védelmét.

A lehetőségek változásait leginkább az új tudományos és technológiai eredmények és azok gyors alkalmazása iránti igény jellemzi. Ezen belül talán a legfontosabb az információs hadviselés elvének a megjelenése. A legfontosabb változásoknak a következőket tekinthetjük:

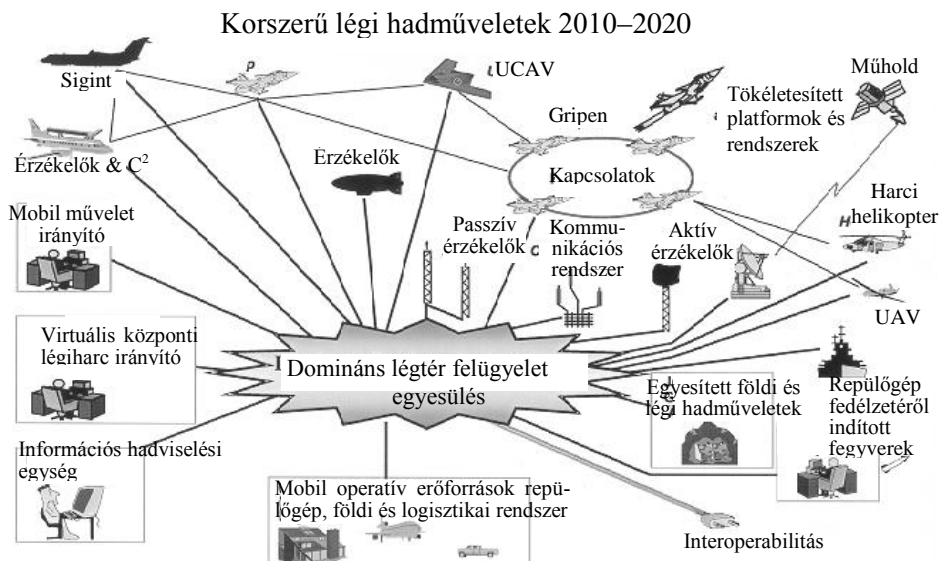
- megkezdődött az áttérés az új elektronikai, digitális, informatikai hadviselésre, védelemre. Ezt elősegítette:
  - a többfunkciós harcászati eszközök megjelenése;
  - a digitális és integrált irányítás;
  - a fejlett információs kapcsolat az egyes harcászati eszközök és az eszközök valamint az irányítási központ között;
  - új döntési, irányítási elvek (pl. valós idejű szituáció-elemzés és szimuláció) bevezetése;
  - intelligens fegyverek megjelenése;
  - az eszközök fajlagos élettartam költségének a jelentős csökkentése iránti igény;
  - a harcoló katona életének maximális védelme, mint követelmény elfogadása;
  - a tudomány és technológia felgyorsult fejlődése.
- újra meghatározták a védelmi rendszerek feladatait:

- a felderítés és információszerzés;
- objektumok védelme (lokális védelem);
- területvédelem (közelharc);
- részvétel a nemzetközi feladatok végrehajtásában (távolharc, azaz harci tevékenység folytatása a saját területtől jelentős távolságra);
- új feladatok, konfliktushelyzetek és katasztrófa-szituációk kezelése.

A változó feladatok és elvárások jelentősen megváltoztatják a védelmi tevékenységet. Példaként megemlíthetjük a harcászati repülőgépek alkalmazásával kapcsolatos tevékenységi rendszer változásait. A repülőgép irányításában megjelentek a tanulékony, adaptív és újra konfigurálható vezérlő-, irányító rendszerek. A tanulékony rendszer például képes igazodni a pilóta pillanatnyi pszichofiziológiai állapotához. Az adaptív rendszerek alkalmazkodnak a változó feltételekhez, pl. a pillanatnyi légköri viszonyokhoz. Végül a rekonfigurálható rendszerek érzékelik a repülőgép esetleges sérüléseit, és a repülőgép vezetését irányító rendszert olyan új formában szervezik újra, hogy a sérült gépet is biztonságosan vezetni lehessen.

Az automatizált irányítás, azaz a kontrorelméleti lehetőségek mellett egy modern harcászati repülőgépnél az információ-feldolgozás, az automatizált döntéselőkészítés, a fegyverzet vezérlése mind automatizált számítógépes rendszerekre van bízva.

Külön figyelmet érdemel, hogy a fejlett digitális rendszerek, szoftverek illetve az információkezelés az eddigi „magányos”, 2–4 gépből álló csoportokban tevékenykedő harci repülőgépeket egy teljes és egységes információs egységbe kapcsolta. Az új repülőgépeknek talán ez a legfontosabb sajátossága. Kiváló a személyek és a gépek közötti adatforgalom, információcsere. Ez a rendszer a gépek között és a gépek valamint a földi irányító központ közötti kapcsolatot egységesíti, és lehetőséget teremt a teljes harcászati tevékenység integrációjára, az összes harci eszköz és az azokat támogató rendszerek összehangolt, egységes irányítás alatti működtetésére. Ezt mutatja a SAAB egyik, a jövő katonai fejlesztési irányait taglaló rövid kiadványából átvett szemléletes ábra (1. ábra). Ez a működtetés a logisztikai tevékenységektől a passzív és aktív érzékelőkön, felderítő eszközökön át a földi, légi, valamint világűrbe telepített összes technikai eszközön keresztül a mobil illetve a központi irányító egységekig mindent magába foglal. Sőt a helyzetek felismerésére, a megfelelő döntések előkészítésére szimulációs laborokat is beépítenek az egységes rendszerbe.



1. ábra. A harcászati tevékenységek egységes, integrált irányítási rendszere

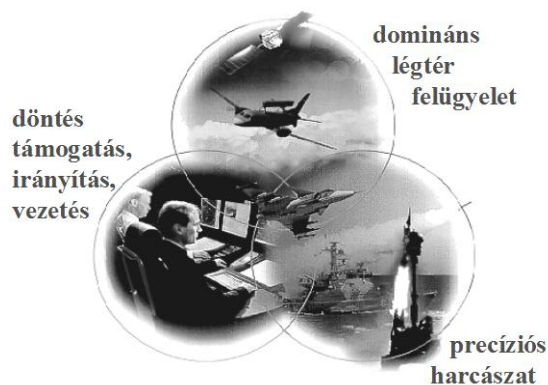
Ma, amikor a globalizáció, a hálózatok, hálózatépítések világát éljük, természetes, hogy új védelmi koncepció a Hálózatközpontú Védelmi Rendszer<sup>2</sup> van kialakulóban. A rendszer fontos tulajdonsága, hogy:

- magas fokon biztosítja a védelmi rendszer egyes szereplőinek és a szövetségi partnereknek az együttműködését, az interoperabilitását;
- a megfelelő információs hálózati elemeken keresztül lehetővé teszi, hogy a rendszerbe az „otthontól” távol, az ún. „úton lévő” repülőgépek is bekapcsolódjanak, vagyis biztosítja a különböző vezetési szintek, fegyvernemek egyidejű összekapcsolását, valós idejű adat és információ cseréjét;
- rugalmasan adaptálódik (alkalmazkodik) a változásokhoz és az új szituációkhoz annak függvényében, ahogy azok fejlődnek.

A rendszer lényegében az egyes végrehajtókig, azaz az individuálisan működő katonáig elér, és a döntések előkészítését, meghozatalát és végrehajtását változtatja meg, lényegében azt automatizálja.

Az egységesített irányítási rendszer megvalósítása lényegében forradalmasítja a honvédelmet. Ennek során tehát a döntést támogató, vezérlő- és irányító rendszert, a meghatározó harcszintek felismerését és a pontos (precíziós) támadást hangolják össze egy egységbe (2. ábra).

<sup>2</sup> Net Centric Defence System (NCDS) — Hálózat központú védelmi rendszer.



2. ábra. A honvédelem integrált rendszerei

A rendszer legfontosabb elemei tehát:

- terület-, légtérfelügyelet;
- jelentősen megváltozott döntéstámogatási, irányítási és vezetési alrendszer;
- precíziós harcászati tevékenység.

Az új védelmi rendszerek legfontosabb sajátosságait pedig:

- a hálózatközpontú védelmi rendszer;
- a valós idejű szituáció és szimulációs elemzésre épülő döntési és vezetési alrendszer kiépülése;
- a jelentős technológiai váltás;
- az árrobbanás–költség–érzékenység tényezői határozzák meg.

Közülük a technológiai váltás megismerése, a várható eredmények előrejelzése, a eredmények alkalmazásával kapcsolatos feladatok kijelölése a jelen innovációs tanulmány célja. Azzal a továbbiakban bővebben foglalkozunk.

Az árrobbanás–költség–érzékenység témaköre talán külön is kiemelendő. A költségeket a megbízhatóság, a bevethetőség, azaz az alkalmazhatóság hagyományos követelményei mellett a tudományos és technológiai eredmények gyors alkalmazása iránti felfokozott igény, a környezetvédelem és a fenntartható fejlődés elvének a teljes elfogadása határozzák meg. Ezért a költségek olyan gyorsan emelkednek, hogy az elfogadhatatlan. A jelenlegi fejlesztési politika sarkalatos pontjaivá válnak az innovációs folyamat kezelése, a piaci igények elsődlegessége, a fejlesztési irányok megváltozása és az ezek következményeként bevezetendő limitárok rendszere.

## A JÖVŐ TECHNOLÓGIAI LEHETŐSÉGEI

A modern harcászat fejlesztési lehetőségeit az elkövetkező 30 évre lényegében három egymást kiegészítő kérdéskör, az új tudományos technológiai eredmé-

nyek, az elvárások és a kapcsolódó hatások determinálják. Ezeket az amerikai védelmi minisztériumban készült hasonló célú anyagok felhasználásával a következők szerint 12 pontban lehet összefoglalni.

A modern harcászat fejlesztési lehetőségei

1. táblázat

I. Új tudományos és technológiai eredmények alkalmazása	
1. Számítástechnika	Exponenciálisan növekvő kapacitás, csökkenő ár, nagysebességű adatfeldolgozás, új számítási feladatok, pl. alakfelismerés, döntéstámogatás megoldása, mikroelektronikai fejlesztések, mikro- és nano-technológia kidolgozása, digitális/analog jelfeldolgozás, párhuzamos számítások, valós idejű modellezés.
2. Információs és kommunikációs technológia	Hálózatok kialakulása, osztott együttműködés, szoftverek fejlesztése, kommunikációs eszközök, geoinformatikai rendszerek és számítások, információs bemutatók, emberközpontú rendszerek, intelligens rendszerek, tervező és döntéstámogató feladatok elvégzése, defenzív és offenzív információs hadviselés.
3. Szenzorok	Elektromágneses (radar, optikai, azon belül a látható, ultrabolya, és infravörös érzékelők), akusztikus (szonár, szeizmikus, vibrációs) vegyi, biológiai, nukleáris, környezeti, érzékelők, adatok előfeldolgozása, mérési frekvencia növelése, mikroérezékelők, csipre szerelt rendszerek.
4. Irányítástechnika	Nagyrendszerek integrált és osztott döntéstámogatói rendszerei, identifikációs módszerek fejlődése, adaptív, újra konfigurálható, tanulékony rendszerek fejlődése, a Fuzzy logika alkalmazása, vezető nélküli járművek, robotok, navigációs, pályakövető és autonom robotok automatikus felderítés, helyzetfelismerés, célfogás, célkövetés, célmegsemmisítés, intelligens robotok, mikro-elektromechanikai rendszerek (MEMS) alkalmazása.
5. Anyagtudomány	Új, számítástechnikai alapokon kifejlesztett anyagok megjelenése, speciálisan a kívánt fizikai-kémiai jellemzőkre tervezett anyagok létrehozása, funkcionálisan adaptív anyagok, szélsőséges viszonyokra, pl. magas hőmérsékletre tervezett anyagok, speciális mágneses, kompozit, energetikai anyagok kifejlesztése, nagy deformációs képességű elektroaktív polimerek, pl. ion-cserélő platánium-membrán kompozit anyagok létrehozása.



6. Energiaellátó rendszerek	Nagyhőmérsékletű, szuperkonduktivitás, új meghajtások, motorok, elektromos meghajtás, pulzáló és rövid ideig ható energia-ellátó rendszerek (akkumulátorok, repülőkerekek, légturbinák, szuperkonduktív mágneses energiátárolók, atomhajtás, atomrobbanó hajtás), energiátárolók, energia újrahasznosítók (újratölthető akkumulátorok, energia-cellák), mikroelektronikai meghajtás, csipre szerelt energiatermelő cellák, közvetlen vagy elsődleges meghajtások fejlődése a rakéták, robotrepülőgépek, járművek számára.
II. Elvárások változása	
7. Gazdaságosság	Árrobbanás, a fejlesztési irányok megváltozása, limitált árak, piaci igények követése, technológiai transzfer szerepe, gazdaságossági számítások, számítási eljárások, módszerek fejlődése, a fejlesztések innovációs folyamatként kezelése, a rendszerelmélet eredményeinek az alkalmazása, az üzemeltetés-elmélet, használat, karbantartás, javítás elméletének a gyors fejlődése, fedélzeti állapotfigyelő és monitoring rendszerek terjedése, önjavító rendszerek.
8. Környezetvédelem	Változás a felfogásban, a tudatos környezetvédelem megjelenése, az életminőség és a fenntartható fejlődés elveinek összekapcsolása, új érzékelők, a környezetterhelés és a környezetváltozások (pl. időjárás) modellezése, aktív szimulációs modellek, felhasznált anyagok kezelése, újrahasznosítása.
9. Biztonságpolitikai változások	A biztonság fogalmának tisztázása, az életminőség védelme, társadalmi, természeti, épített környezeti és műszaki rendszerek okozta hatások elemzése, szimulációja, a hadiipari kutatások részbeni áttétele a polgári kutató-fejlesztő intézetekhez, a biztonsági, az adat- és a technológiai védelem fontosságának növekedése, új információ-technológiai felderítési és védelmi feladatok, módszerek.
III. Kapcsolódó hatások	
10. Hadvezetés	Globális hálózatok kialakulása, a földi, vízi, légi és űrbeli felderítő és szituáció-feldolgozó és az aktív beavatkozó egységek egy rendszerbe való összekapcsolása, hálózatközpontú hadvezetés, valós idejű adatfeldolgozás, szituációelemzés, valós idejű szimulációk a döntéstámogató feladatok elvégzésére, elosztott érzékelő rendszer, integrált, interaktív, automatizált döntéstámogatás, elosztott precíziós beavatkozó és végrehajtó fegyverzet, harcászati eszközök alkalmazása.

11. Humánpolitika	A hadvezetés és a harcászat változó módszerei továbbá a hagyományos oktatás változása, a gyakorlati képzés jelentősége, az interaktív szimulátorok alkalmazása, szoftveralkalmazások oktatása, az általános oktatás céljának, színvonalának változása, nyelveket beszélő, együttműködni képes, az egyéni kommunikációs és információtechnológiai eszközöket használó személyi állományra. A modern harcászati eszközöket magas színvonalon üzemeltetőkre van szükség, megjelent az igény a nem szokványos üzemeltetői problémákat megoldó, a fejlesztési tevékenységet felvállaló szakemberek képzésére, a doktori iskolák felállítására, az életminőség védelme, biotechnológiai, genetikai ismeretek, karrier- és életpálya-lehetőségek ismertetése, egyéni biztonság- és egészségvédelem.
12. Innovációs háttér támogatása	A fejlesztés-kutatás elveinek tisztázása, az innovációs folyamatok értelmezése, a fejlesztési irány megváltozása, automatizált tervezés, integrált mérnöki tevékenység, a modellezés és a szimuláció jelentőségének növekedése, szimulációra alapozott tervezés, ellenőrzés, értékelés, gyors prototípus készítése, gyors gyártástervezés, logisztikai menedzsment, rendszerelméleti alapok alkalmazása, forrás-gazdálkodás, dinamikus tervezés, szimulációs technológiák fejlesztése, új anyagok, technológiák alkalmazása, költségcsökkentés, technológiai transzfer.

Lényegében olyan stratégiai elemző és tervező csoport felállítására van szükség, amely a fenti aspektusokat érintő lehetséges változásokat, kutatási, fejlesztési irányokat, a lehetséges innovációs területeket folyamatosan, 2–4 évente értékeli és meghatározza a hazai innovációs feladatokat.

A vázolt aspektusok lényegében csak a vizsgálandó területek összefoglaló felsorolása. A valóságban ennél összetettebb problémákkal kell megküzdenünk. Ezt mutatja néhány, szinte találmányra kiragadott fejlesztési irány, vagy példa megnevezése:

- információ-bázisú harcvezetés és CISR<sup>3</sup> — azaz vezetés, irányítás, kommunikáció, számítás, hírszerzés, felügyelet és felderítés;
- „smart” (intelligens) rendszerek és a rendszerek rendszerei;
- intelligens fegyverek;
- robotok, midi, mini és mikrorobotok;
- mini robotok összehangolt működése stb.

<sup>3</sup> Command (Control, Communication, Computing) Intelligence Surveillance and Reconnaissance

## INTELLIGENS RENDSZEREK

Az intelligencia az értelmi felfogóképességet, ítélőképességet jelenti. Valójában az intelligens rendszer egy olyan környezeti hatásokat érzékelő, értékelő rendszer, amely az értékelések alapján a körülményeknek megfelelő, valamely szempontrendszer szerint optimálisnak tekintett beavatkozást, cselekvési sorozatot hajt végre.

Lényegében a tanulékony, az adaptív vagy a rekonfigurálható irányítási rendszerek mind az intelligens rendszerek megvalósítása felé tett lépések eredményei. Ilyen szempontból különösen fontos lehet a fuzzy logika alkalmazása. Ez utóbbi esetben a jó és rossz meghatározása mellett a kicsit jó, kicsit rossz, nagyon jó, nagyon rossz, esetleg indifferens fogalmaknak megfelelő logikai és számszerűsíthető eseményekkel dolgozhatunk.

Valójában az intelligens rendszerek ma még nem jelentenek emberi értelem szerinti rendszereket. A probléma nemcsak az, hogy a gépi rendszerek egyelőre nem rendelkeznek az intuíció és a kreativitás képességével. Ráadásul a mesterséges intelligencia nem képes a valóságos emberi, esetenként „irracionális” döntések meghozatalára. A konstruált rendszerek mindig csak a formális logikát követik.

Egy kissé sarkított példa a formális logikára. A számítástechnika hőskorában megkérdezik a számítógépet melyik óra a jobb, amely nem jár, vagy amelyik öt percet késve jár. A számítógép válasza az volt, hogy az óra a jobb amelyik nem jár, mivel az napjában kétszer pontos időt mutat, miközben a másik soha nem mutat pontos időt. (Természetesen a számítógép arra is megtanítható, hogy a másik óránál öt perc korrekciót — additív hibakorrekciót — alkalmazva már a pontos időt kapják.)

A katonai szempontból használható intelligens rendszereket csak akkor lehet alkalmazni, ha a rendszer méreteit jelentősen csökkenteni tudják, és a mérést, adatfeldolgozást, döntéshozatalt és a cselekvő beavatkozást automatizálják. Az ilyen rendszerek a robotok.

## MIKROROBOTOK

A történelemben a robot kényszerből végzett, fárasztó, ingyen munkát jelentett. A műszaki életben a robot meghatározott feladatok (táv)irányított vagy automatikus (önálló, autonóm) elvégzésére létrehozott stabilan telepített, vagy mozgó szerkezeteket jelent.

A gyakorlatban megkülönböztetünk egyszerű (adott műveleteket végrehajtó), irányított (a kezelő által folyamatosan kontrolált működésű), autonóm (önállóan érzékelőkkel és információ kiértékelő egységekkel felszerelt, a valós információ-

ók birtokában önálló döntések meghozatalára és azok végrehajtására képes), valamint intelligens (a döntéseket nemcsak automatizáltan generáló, a változó szituációkhoz igazodó, tanulékony) robotokat. A robotok méreteinek csökkentésével azok ára, energia-felhasználása, felderíthetősége jelentősen mérsékelhető. Az egyéneket helyettesítő robotok lehetnek normál (1–2 m), kicsi (0,5–1 m), mini (2–20 cm) és mikro (0,1–2 cm) méretűek. A mikrorobotok mozgáskörzete 50 m és 20 km között változik. A mini és mikrorobotokat hordozó eszközök helyezik ki a működési területre.

A katonai robotok fejlesztésével, alkalmazásával kapcsolatosan egyfelől — pl. a robotrepülőkről — jelentős mennyiségű és magas színvonalú szakirodalom áll rendelkezésünkre. Másfelől a mini és a mikrorobotokról inkább ismeretterjesztő információk lelhetők fel a nyílt irodalomban. Az interneten a megvalósítható robotokról többeszes nagyságban található cikket, ismeretanyagokat, közleményeket, beszámolókat. Több száz címen vásárolni is lehet mini robotokat. Pl. a <http://www.micropilot.com> weblapon már 5000 dollárért lehet vásárolni egy repülésre kész, színes videokamerával felszerelt, alig 4 kg tömegű mini repülőgépet (3. ábra).



3. ábra. A micropilot EZUAV nevű, kisméretű szabadon repülő modellje videokamerás kivitelben

A DARPA<sup>4</sup> 1999-ben, hároméves 35 millió dolláros projektet kezdeményezett maximum 7,4 cm fesztávú és 50 g-nál kisebb tömegű, minimálisan 16 percig a levegőben szabadon mozgó mikrorepülőgép kifejlesztésére. A gépet a gyalogos katonák utcai harcokban, korlátozott területeken vagy katasztrófa-helyzetek során alkalmazzák. A gépet kézből indítanak, és az a katona előtt repülve felde-

<sup>4</sup> Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) — Védelmi fejlesztéseket kutató program ügynökség

rítést végezne. A gép optikai, vegyi stb. érzékelőkkel is felszerelhető. Az ilyen robotrepülő érzékelheti a dízelmotorok által kibocsátott gázokat, a robbanó anyagok jelenlétét. Készíthet akár infravörös felvételeket is az emberekről, mozgó gépekről. A szakirodalomban az új eszközt „repülő csipnek” nevezték el.

A robotok másik jellegzetes típusa pl. a hangya méretű robotkatona<sup>5</sup>. A robot hátára napelem van szerelve, az látja el energiával. A hangyakatona intelligens érzékelőkkel van felszerelve, és csöppnyi robbanóanyagot is cipel magával. Addig megy előre és kutakodik, amíg a beprogramozott célját el nem éri. Pl. olyan vezetékot keres, melyben érzékelőivel felismeri a digitális adatátvitelt. Az ilyen információs vezetékot aztán felrobbantja. Az ilyen egyszerű, csak egy bizonyos feladat ellátására tervezett robotokat tini robotoknak is nevezik. Hasonló elven készítették már pl. a kábítószer keresésére használható robotkutyákat. Ezek feladata lehet pl. a repülőtereken a csomagok átvizsgálása, és a kábítószer vagy robbanóanyagokat tartalmazó csomagok felismerése, megtalálása. Hazánkban is folynak pl. mesterséges orr kutatások.

A mikro és a robot szó összevonásával kapott szó, a mikrorobot 1 mm-es nagyságú, erősen miniaturizált ún. mikro-elektromechanikai rendszer (MEMS). A mikrobotok képesek tömegesen felfejlődni, és önállóan vagy együttesen összehangoltan támadást intézni a kijelölt és felderített célpontok ellen. Ezeket a mikroeszközöket többféle módon lehet a célterületre juttatni. Alkalmazhatnak nagyobb, azaz mini repülőeszközöket, vagy akár aerosol formájában is kijuttathatók ezek a piciny szerkezetek. A mikrobotok képesek önállóan repülni vagy mászni. Nem véletlen, hogy a szakirodalomban az ilyen eszközöket „smart dustnak” nevezik. Magyarul a smart szónak jó néhány jelentése van. A legismertebb csinos fordítás mellett ez a szó jelenthet csípős fájdalmat, vagy ennek lehetnek a megfelelői a fűrg, eleven, ötletes, szellemes, agyafűrt stb. jelzők is. Ebben az esetben az „okos por” elnevezés tűnik helyesnek.

A nyílt irodalomban is fellelhető szakirodalom szerint a microrobotokat öt éven belül elkészítik és tíz éven belül tömegesen alkalmazzák majd őket. Jelenleg egy mikrorepülőeszköz videó kamerával felszerelve ezer dollár körüli áron állítható elő. A mikrobotok sorozatgyártásakor ugyanilyen költséggel akár több száz vagy ezer robot állítható elő.

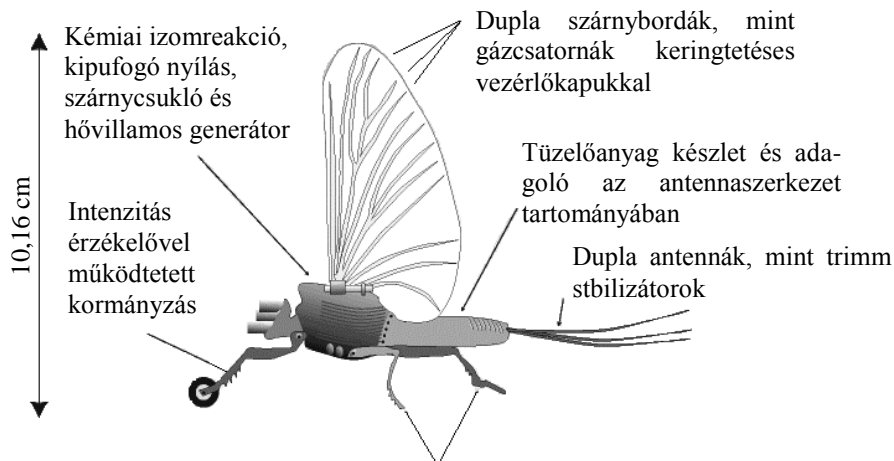
A mikrorobotok megvalósításakor új elvekkkel is foglalkozni kell. A mini és főleg a mikrorepülőgépek például már nem repülhetnek a hagyományosnak nevezhető merev szárnyakkal. Nem csak speciális szárnyakat terveznek, de azok környezetében a cirkulációt sajátosan vezérlik is. Ennek egyik lehetséges módja a szárnyakba épített piciny csövecskéken keresztül kiáramló levegővel a cirkulá-

---

<sup>5</sup> ant sized soldier

ció befolyásolása vagy a szárnyak mozgását, csapkodását biztosító ún „vegyi izom”. A tényleges lehetőségekről és eddigi eredményekről jól tájékozódhatunk a 4. ábra vázlatából.

#### TÖBBRENDELTELTETÉSŰ SZERKEZETEK



A repülésben, széleskörűen elterjedt „kismozdony-felületekkel” felszerelt. Inercia stabilizátor, pót tüzelőanyag készlettel a lábban.

4. ábra. A mikrorobotok lehetőségei a fejlesztők elképzelései szerint

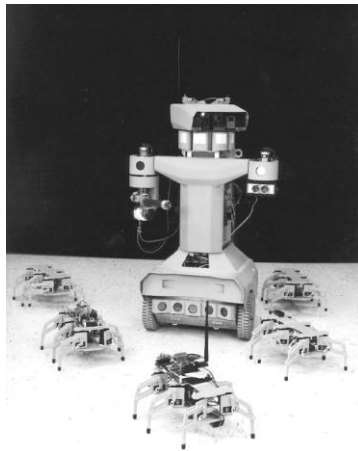
Belátható, hogy a mini és mikrorobotok rendkívüli további fejlesztési lehetőségeket tartalmaznak. Azokkal külön foglalkozni kell.

Különböző fajtájú és feladatú robotokat már eddig is használtak a modern hadviselésben. A légierőnél pl. cirkálórakétákat (Tomahawk), pilóta nélküli eszközöket (Predator, Global Hawk), távirányítású vagy lézervezérelt robotlőszereket, illetve elektromágneses sugárforrásra önravezetésű intelligens (radargyilkos) rakétákat alkalmaztak. A haditengerészet részére aknakereső és aknarakó víz alatt dolgozó robotokat fejlesztettek ki. A szárazföldi hadsereget kábítószerek, vegyi harcanyagok, robbanóanyagok, aknák felkutatására alkalmas robotkutyákkal igyekeznek felszerelni.

A harci robotok kifejlesztését a már meglévő roboteszközök átalakításával kezdik. Elsőként a már meglévő és hatékonyan működő pilóta nélküli repülőeszközöket alakítják át harci, vagyis fegyverzetet hordozó, azokat intelligensen használó robotokká. Az amerikai mellett a francia ipar is élen szeretne járni a harci robotok kifejlesztésében. A Dassault vállalat már létrehozta a „Petit-Duc” nevű pilóta nélküli légi harci robotot, és dolgozik annak továbbfejlesztett „Moyen-Duc” változatán. A jövőre tervezett repülési kísérletek után a légi harci robotok az évtized végére már hadrendbe is állítható az Európai Unió euro-hadseregében.

A légi robotokat követik a haditengerészet számára kifejlesztett vízi robotok, majd a szárazföldi haderónél földi megfigyelő, felderítő, páncélvadász, légvédelmi, aknarakó, aknamegjelölő harci és harctéri támogató robotok, valamint logisztikai, ellátó, mentő, javító robotok megjelenése. Valószínű, hogy a világűrbe csak utolsóként fognak harci robotokat telepíteni, melyek a felderítő feladatok ellátásán kívül alkalmasak lesznek űreszközök és az atmoszférán kívül mozgó ballisztikus rakéták elfogására vagy megsemmisítésére.

A modern harcászat egyik fontos fejlődési lehetősége, hogy a harcászati robotokat egy, a robotok mögött haladó központi egységből, irányítsák. Ilyen formán, pl. egy pilóta által vezetett repülőgép fedélzetéről lehetne irányítani 4–10 légi harcászati robotrepülőgépet. Hasonló elképzelések vannak harcoló robotegységek (5. ábra) kialakítására is.



5. ábra. Robot-robot egység

A robotok fejlesztésének új, rendkívüli távlatokat nyitó fejezete lesz a mikro-, sőt a nanorobotok megjelenése. Ezeket a robotokat a mikro- és nanocsipekre szerelt érzékelő, adatfeldolgozó, döntést támogató és automatikus irányításra is alkalmas egységek beépítésével teszik alkalmassá az önálló ellenőrzési, felderítési és harcászati feladatok elvégzésére.

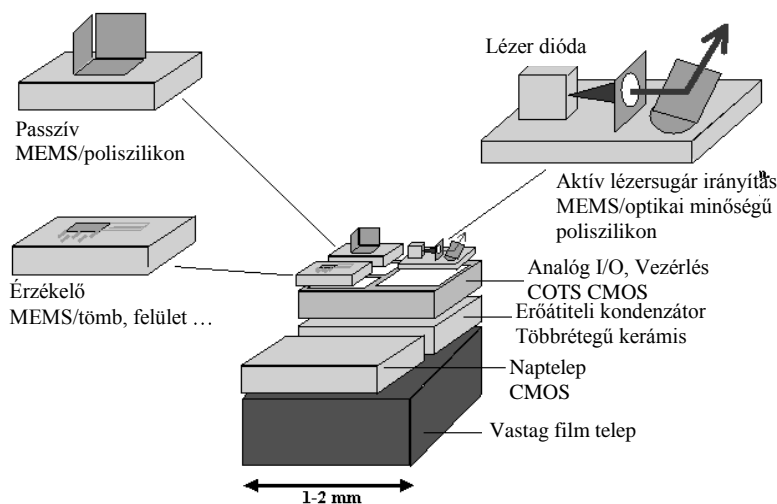
A mikrorobotok fejlesztését az általános részben felvázolt mind a 12 fejlődési terület befolyásolta. A számítástechnika, az informatika és az irányítástechnika új eredményeit alkalmazzák az adatfeldolgozásra és az automatizált döntések kialakítására. A szenzorok sokfélesége, méretének csökkenése, az anyagtudományok és az ún. mikrogépészet fejlődésével együtt eredményezi a mini és a mikrobeavatkozók, -szabályzók megalkotását. A 6. ábra jól mutatja a méretek elsődleges csökkenését.



6. ábra. Mini repülőszerszék és belső felépítése

A továbbiakban a számítástechnikai hardverek gyártására kidolgozott eljárások alkalmazása, az új anyagok, mint az elektroaktív kompozit anyagok valamint a piciny méretek miatt „megjelenő” új tulajdonságok, pl. a néhányszor tíz mikron-nagyságú szilikon elemeknél a kifáradás teljes hiányának a kihasználása nyitja meg a mikro-elektromechanikai rendszerek (MEMS) előtti hihetetlen fejlődési lehetőségeket.

Talán nem véletlen, hogy külön foglalkoztunk pl. az „okos porszemekkel”. A kutatások jelenlegi állása szerint már ez sem illúzió, amint azt a 7. ábra képei is bizonyítják.



7. ábra. Az „okos porszem” szerkezeti felépítése

Az ábrából nemcsak a szerkezeti kialakításra, de az alkalmazott technológiákra is következtetni lehet. Látható, hogy a hordozó szerkezet polyszilikon illetve



kerámia anyagokból készül. A mikroérzékelők adatait analóg formában viszik be a számítógépbe. Az adatfeldolgozás párhuzamos, digitális. Az irányítás automatikusan generált. A kimenet már ismét analóg jel, a beavatkozó szintén mikrorendszer. Az ilyen rendszerek képesek önállóan, szabadon mozogni és cselekedni. Ugyanakkor, a tervek szerint, ezek a piciny szerkezetek a célobjektum felderítésekor képesek rajba, vagy akár egy egységbe is tömörülni és a feladatot közösen végrehajtani. Azaz pl. az egy porszem által szállított robbanóanyag lényegében hatástalan maradna. Több száz, vagy akár ezer mikroeszköz együttes fellépésekor viszont már elegendő lehet a robbanóanyag a célobjektum megsemmisítésére.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A tárgyalatból kitűnik, hogy a modern hadsereg jelentős váltás előtt áll. A váltást alapvetően a társadalmi elvárások és a tudományos technológiai fejlődés generálja.

A modern hadseregre jellemző lesz a hálózatközpontúság, amely az egyszerű gyalogos katona szintjéig minden operátort bekapcsol az automatizált adatfeldolgozásra, a döntési alternatívák valós idejű szimulációs kiértékelésére és automatizált döntésekre képes, robotokkal, mikrorobotokkal felszerelt egységes információs rendszerbe.

Az ilyen rendszerek másik fontos sajátossága, a mesterséges intelligencia megjelenése. Az intelligens rendszerek közül a későbbiekben várhatóan a legnagyobb jelentőséggel az ún. mikro-elektromechanikai rendszerek alkalmazása fog bírni.

## KORSZERŰ ÜZEMELTETÉSI ELJÁRÁSOK ÉS AZOK MÉRHETŐ PARAMÉTEREI

A légi járművet az összes funkcionális elemeivel, egységeivel, berendezéseivel, rendszereivel együtt az üzemeltetés tárgyának tekintjük.

Az üzemeltetés a légi jármű létezési formáinak összessége és minden olyan tevékenység, amelyet ezekben a létezési formákban végeznek. Ide tartozik a légi jármű tárolása, szállítása, rendeltetésének megfelelő használata, karbantartása, javítása és e helyzetek bármelyikére való várakozás. [5]

Az üzemeltetési feladatok ellátását a világon mindenütt erre a célra speciálisan kialakított szervezet végzi, különösen igaz ez a katonai repülőeszközökre. A magyar Honvédségen belül ez a szervezet a Repülő Mérnök-Műszaki Szolgálat (továbbiakban MMSz), mely elnevezésében, felépítésében nagyon hasonlít más országok, hadseregek hasonló szervezeteire (pl.: Aircraft Engeneering, Inwenernaq Aviacionnaq Xluwba).

Az MMSz rendeltetése mindazon szervezeti, technikai feltételek megteremtése, amelyekkel a repülőeszközök műszaki kiszolgálása és javítása biztosítja az eszközök üzemképességét és hatékony felhasználhatóságát.

Ennek megfelelően az MMSz feladatai a következők:

- a repülőtechnika alap- és járulékos rendeltetésének megfelelő légi és földi műszaki üzemeltetési tervének kidolgozása úgy, hogy az optimális munkaszervezés maximális hadrafoghatóságot biztosítson;
- a repülőtechnikára kötelezően előírt előkészítési, ellenőrzési és javítási tevékenység megtervezése a kiképzési és harckészültségi követelmények, a gyártó vállalat előírásai, a helyi, a NATO-előírások valamint ipari karbantartó-javító kapacitás figyelembevételével;
- megfelelő biztonsági intézkedések kidolgozásával és bevezetésével munkahelyi balesetek, repülőesemények, katasztrófák megelőzése illetve következményeinek feltárása a szakhatósággal együttműködve;
- a repülőeszközök műszaki állapotának folyamatos elemzésével olyan intézkedések kidolgozása, melyek mind a gép, mind az egész rendszer működési biztonságát növelheti;
- a repülőeszközök műszakilag helyes légi üzemeltetésének biztosítása;
- az MMSz szervezetéhez tartozó műszaki és hajózási állomány szakkiképzésének szervezése és lebonyolítása;

— az üzemeltetéshez szükséges ellenőrző, mérő- és kiszolgáló eszközök hitelesítése, javítása, karbantartása;

— a repülőeszközök kiszolgálásához szükséges speciális folyadékok és gázok szakszerű tárolásának (szükség szerint tisztításának és előállításának), szállításának és feltöltésének (leengedésének) előírt biztosítása.

E feladatsort csoportosítva az üzemeltetés főbb területei a következők:

— a repülőeszközön megvalósítandó üzemeltetési módszerek és a végrehajtandó műszaki munkák — a gyártóval egyeztetve — megválasztása valamint meghatározása, idesorolva a szükséges repülési idő, műszaki valamint repülésbiztonsági, üzemképességi és harckészültségi állapot biztosítását;

— az üzemeltetés szervezeti és munkaszervezési kérdései, a szakkiképzés megoldása, a személyi állomány kiválasztása;

— a repülést közvetlenül kiszolgáló eszközök problémaköre.

Az üzemeltető tevékenység nem más, mint ellenőrző javítások, karbantartások rendszere, melynek a következő formái ismertek:

— a repülőtechnika kiszolgálása a műszaki állapot magas szinten tartása mellett;

— a repülőtechnika műszaki kiszolgálása;

— a repülőtechnika valamilyen ellenőrző, hibamegelőző, profilaktikus rendszerben történő üzemeltetése.

Ezek a tevékenységek a feladatok jellegének megfelelő szervezeteket és munkamódszereket igényelnek. Az üzemeltetés különböző szervezeteknél, járműveknél, gépeknél egységesen megy végbe, azonban a részfeladatok a helyi sajátosságokat figyelembe véve különbözőek. Ez egy hosszú fejlődés eredménye, amely napjainkban is folytatódik és folyamatosan változik.

## AZ ÜZEMELTETÉS ÉS ÜZEMELTETHETŐSÉG

### Az üzemeltetés módszerei

Az üzemeltetett repülőeszköz alkatrészeit, berendezéseit, szerkezeti elemeit körültekintő vizsgálatok után, különböző üzemeltetési módszerek szerint csoportosítják, és az adott eszköz besorolása alapján azzal a módszerrel üzemeltetik.

Az alkalmazott üzemeltetési módszerek a következők lehetnek:

— üzemeltetés a meghibásodások bekövetkeztéig;

— kötött üzemidő (hard time) szerinti üzemeltetés;

— megbízhatósági szint (condition monitoring) szerinti üzemeltetés;

— folyamatosan ellenőrzött műszaki állapot szerinti (on condition) üzemeltetés;

— szakaszosan, időszakonként ellenőrzött (diagnosztizált) műszaki jellemzők szerinti üzemeltetés.

A *meghibásodás bekövetkeztéig történő üzemeltetés* nem tartalmaz semmilyen karbantartó, javító, ellenőrző tevékenységet, hibafeltáró módszert, de csak következménymentesen meghibásodó szerkezeti elemeknél, berendezéseknél alkalmazható.

A *kötött üzemidő szerinti üzemeltetés* akkor alkalmazható, ha az adott berendezés vagy rendszer műszaki állapotára jellemző adat vagy adatok nem állnak a rendelkezésünkre és nincsen információnk a jellemző üzemeltetési körülmények között az adott berendezés megbízhatóságának meghatározására. Azért nevezzük kötött üzemidejű üzemeltetésnek, mert előre meghatározott üzemidő, repült óra, naptári időszak esetleg leszállásszám teljesítése után végre kell hajtani a karbantartási és javítási munkákat.

A *Megbízhatósági szint szerinti üzemeltetés*, ha a meghibásodások gyakorisága egy bizonyos, előre adott szint alatt van, akkor a vizsgált rendszer vagy berendezés rendszeres karbantartás és javítás nélkül is üzemeltethető. Ha a meghibásodások gyakorisága az adott szint fölé nő, akkor el kell döntenünk, hogy milyen üzemeltetési módszer szerint üzemeltetjük tovább az eszközt. Ez az üzemeltetési módszer csak akkor alkalmazható, ha a műszaki üzemeltetési rendszer lehetővé teszi a meghibásodások rögzítését, gyűjtését és folyamatos kiértékelését.

A *Szakaszosan és folyamatosan ellenőrzött műszaki jellemzők szerinti üzemeltetési módszer* szerint akkor üzemeltetünk, ha a vizsgált rendszerben beépített, a műszaki jellemzők mérésére szolgáló adók vagy berendezések találhatók. A szakaszos és folyamatos között az a különbség, hogy a folyamatos esetében az említett adóknak, berendezéseknek folyamatos kijelzése van, míg a szakaszos esetében diagnosztikai időket, bizonyos ciklikusságot (szabályosságot) kell előírni. A ciklusidőhöz az ellenőrzött jellemzőknek a megengedett értékét is meg kell határozni, amelytől eltérő, a tűréshatáron kívüli érték esetén az adott eszköz vagy berendezés nem üzemeltethető.

A *Állapot szerinti üzemeltetés*. A repülőeszköz berendezéseit, elemeit az adottságok és lehetőségek figyelembevételével a korábban említett üzemeltetési módszerek szerint, csoportosítva üzemeltetjük. Ebben az esetben lehet a legjobban megközelíteni azt, hogy a berendezések, szerkezeti elemek tényleges állapota legyen az üzemeltetési stratégia alapja.

Az alkalmazott üzemeltetési stratégiának minden esetben meg kell felelni az adott repülőeszköz műszaki fejlettségi és technológizáltsági szintjének mind az üzemeltető személyzet, mind a karbantartó, javító üzemek tekintetében. *Üzemeltetési stratégiának* azt az előírásrendszert nevezzük, amely lehetővé teszi a műszaki üzemeltetés folyamatának s azon keresztül a repülőeszköz üzemálla-

pot-változási folyamatának olyan irányítását, hogy a repülőeszköznek, mint az üzemeltetés tárgyának üzemképessége, megbízhatósága, repülésbiztonsága és hadrafoghatósága az előírt szinten maradjon.

Az üzemeltetési stratégia a végrehajtás tekintetében karbantartási és javítási formákra bontható. A karbantartási formák alapvetően két nagy csoportra oszthatók: operatív és időszakos. Az operatívba tartozik a repülés előtti, a repülés utáni, az előzetes, ismételt felszállásra történő felkészítő ellenőrzések. Az időszakos alatt általában valamilyen naptári időszak, vagy repült idő eltelte után végrehajtandó ellenőrzést értjük.

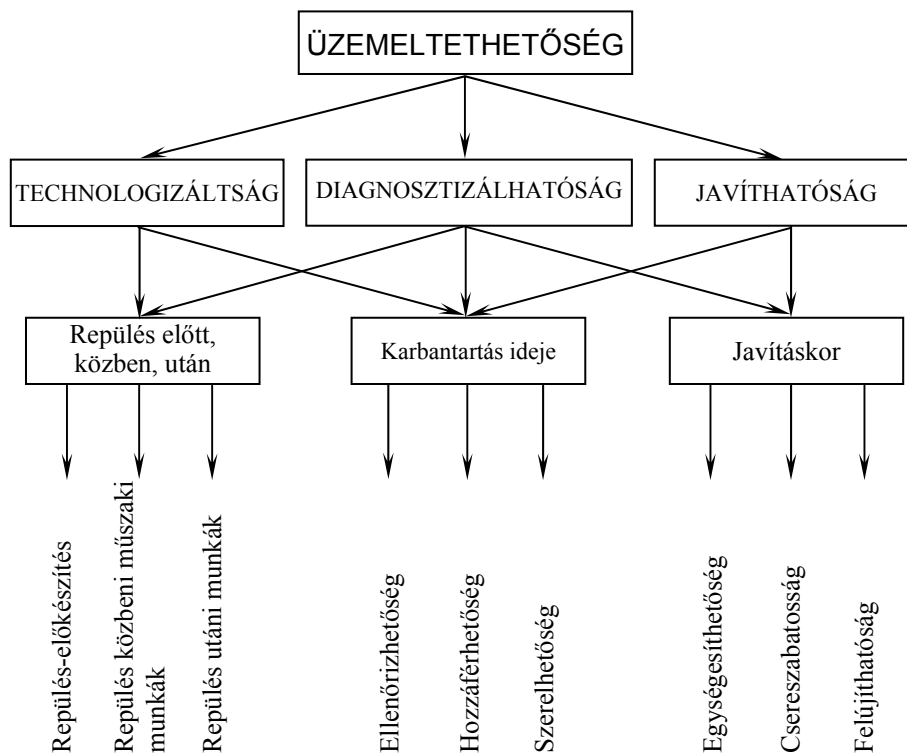
## AZ ÜZEMELTETHETŐSÉG

A repülőeszköz azon tulajdonságát, hogy működőképessége helyreállítható, vagyis a meghibásodásainak keletkezési okai megszüntethetők, valamint következményeik javítással és műszaki karbantartással elháríthatók *javíthatóságának* nevezzük. A karbantartás és javítás között a különbség az elvégzendő munkák mélységében, mennyiségében és minőségében van. A karbantartás célja a megbízhatóság szinten tartása, a javításé pedig a megbízhatósági szint helyreállítása. A műszaki karbantartás és javítás során végrehajtják még az úgynevezett *profilaktikus* és *utómunkákat*. Profilaktikusnak nevezzük azokat a műszaki karbantartási munkákat, amelyek a parametrikus (fokozatos) meghibásodások feltárására és elhárítására hajtunk végre; utómunkának pedig az üzemeltetési tapasztalatok és a feltárt meghibásodások alapján a repülőeszköz megbízhatóságának, üzemeltetési szintjének, javíthatóságának a növelése érdekében végrehajtott egyszerű vagy adott gyakoriságú munkákat.

A javíthatóság mellett értelmezni kell az *üzemeltetési technológizáltság* fogalmát is, ami azt jelenti, hogy egy adott repülőeszköz mennyire alkalmas a műszaki karbantartási munkák valamennyi fajtájának a leggazdaságosabb technológiai eljárások alkalmazásával történő elvégzésére.

A repülőeszközök üzemeltethetőségi alkalmasságának fontos jellemzője a *diagnosztizálhatóság*, ami napjainkban a korszerű üzemeltetési stratégiák előretörésével lassan nélkülözhetetlen eleme az üzemeltetésnek. Ez a repülőeszköz olyan tulajdonsága, hogy az eszköz vagy annak vizsgált eleme, berendezése rendelkezik-e megfelelő pontossággal mérhető olyan műszaki paraméterekkel, amelyek ismeretében az üzemállapot egyértelműen meghatározható.

Az 1. ábra szerint az üzemeltetési technológizáltság, a diagnosztizálhatóság és a javíthatóság az üzemeltethetőség három fő jellemzője. Ezek alapvetően szerkezeti-technológiai tulajdonságai a repülőeszköznek, amit a tervezés és gyártás során kap meg, de a megfelelően kialakított üzemeltetési rendszer és stratégia jelentősen befolyásolhatják ezeket a tulajdonságokat.



1. ábra.

Az ábrán láthatjuk azt is, hogy az ellenőrizhetőség, a hozzáférhetőség és a szerelhetőség mind egy-egy olyan paraméter, amely megmutatja, hogy az adott berendezés vagy repülőeszköz műszaki karbantartási és javítási munkái során mennyi az adott munka (pl. ellenőrzés), az összes munkának hányadrészét teszi ki. Ugyanakkor az egységesíthetőség, a csereszabatosság és a felújíthatóság a javíthatóság azon paraméterei, amelyek megmutatják, hogy az adott repülőeszköz vagy berendezés egészének vagy egyes részeinek hányad része javítható, hányad része cserélhető ki a műszaki karbantartás és javítás során blokkonként, illetve hányad része cserélhető ki csereszabatos alkatrészek felhasználásával.

Az eddig felsoroltak alapján a repülőeszköz üzemeltetésre való alkalmasságát egyszóval ÜZEMELTETHETŐSÉGNEK<sup>1</sup> nevezhetjük.

<sup>1</sup> Maintainability.

## Az üzemeltethetőség korai kérdései

A repülőeszközök több évtizedes fejlődése szükségszerűen együtt járt a tervezési, gyártási és üzemeltetési folyamat korszerűsödésével. A legjelentősebb fejlődés az egyre drágább és egyre bonyolultabb repülőeszközök hadrendbe állításával következett be. Például a negyvenes években az amerikai légierő egyetlen — a kor követelményeinek megfelelő — harcászati repülőeszközének az ára 100 ezer USD volt, a hatvanas évekre ez elérte az 1 millió USD-t, a hetvenes évekre a 10 millió USD-t, a nyolcvanas évekre a 30 millió USD-t és napjainkra pedig 60 millió USD-t. Ez 60 évre vetítve 600 szoros emelkedést jelent.

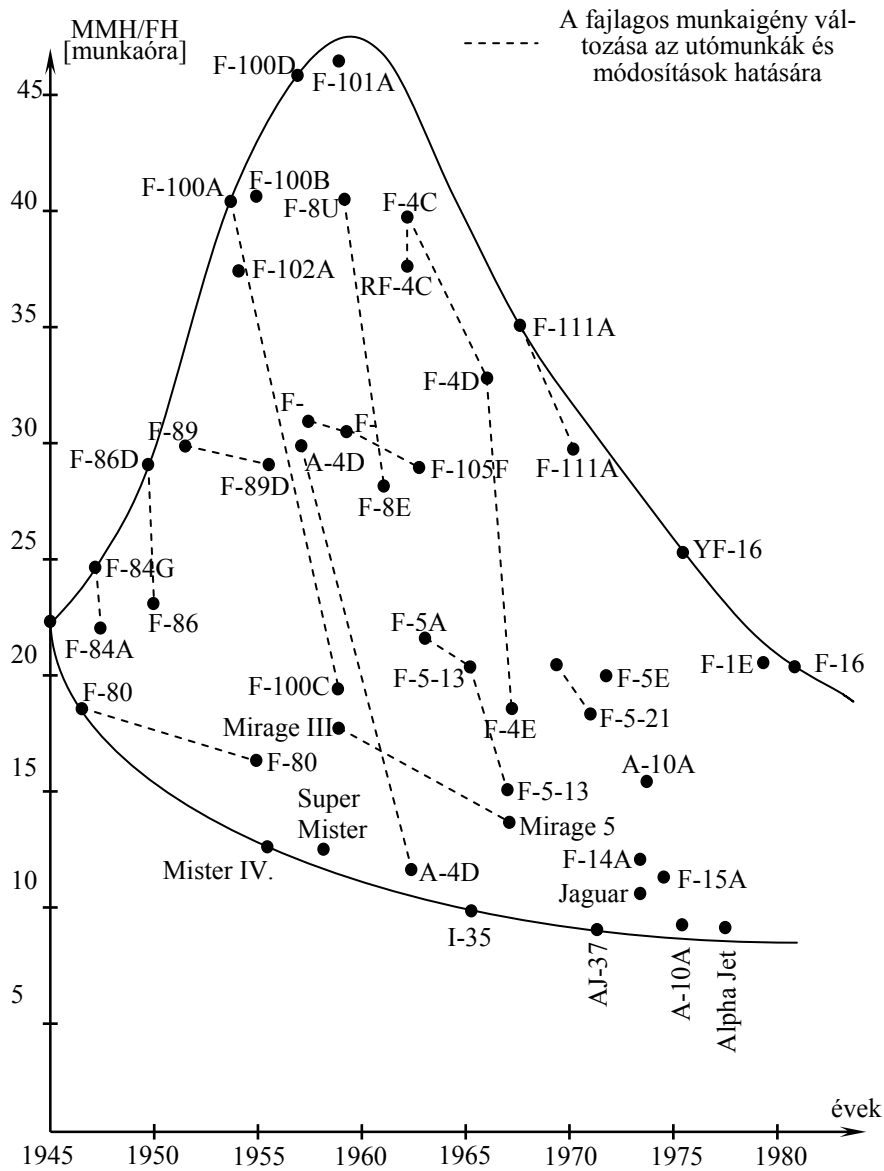
A rendkívül magas bekerülési költség hatására egyre magasabb szintre kellett hozni a repülőtechnika hatékonyságát mind egyetlen eszköz, mind pedig a repülőalakulatok és a légierő tekintetében.

A légierő hatékonyságát két, jelentősen különböző módon lehet növelni. Ezek közül az egyik a repülőeszközök mennyiségi mutatóinak növelésével a minőségi mutatók változatlan hagyásával, a másik ennek szöges ellentéte a minőségi mutatók emelése a mennyiségi mutatók változatlan hagyása mellett.

A repülőeszközök mennyiségi mutatóinak növelése finanszális okok miatt nem járható út, ezt még a jelentős költségvetéssel működő légierők sem engedhetik meg ezt maguknak. Ebből következik — és sok szakértő egybehangzóan állítja —, hogy a legcélravezetőbb a hatékonyság növelése azonos darabszám mellett, ami magában foglalja mind a fegyverek alkalmazásának hatékonyságát, mind a fedélzeti elektronika folyamatos korszerűsítését valamint a sebezhetőség csökkentését. A felsoroltak végrehajtásával növekednek a repülőeszköz harci mutatói, de ezzel egy időben egyre bonyolultabbá is válik az adott eszköz. Ennek következtében pedig egyre több karbantartási, ellenőrzési feladatot kell rajta végrehajtani, ami növeli az állásidőt, amit a repülő nem hadrafogható állapotban a földön tölt. Például az amerikai légierőben a II. világháború utáni másfél évtizedben az egy repült órára fordított munkaórák száma 45–60 órára növekedett (lásd a 2. ábrát).

Az egy repült óra biztosításához szükséges műszaki karbantartási és javítási munkaórák számának növekedése negatívan hatott a repülőalakulatok harckészültségére és már az ötvenes években a repülőeszköz harci hatékonyságára gyakorolt hatása összemérhető volt a repülőeszköz harcászati technikai jellemzőinek hatásával. Mindezek következtében nagymértékben megnövekedett a repülőeszközök karbantartási és javítási költsége, a hatvanas évekre, 8–10 év üzemidővel számolva, elérte a repülőeszköz beszerzési költségének a 150–200%-át.

Azok a kísérletek, melyek a költségek és a ráfordított idő csökkentését keresték a megbízhatósági jellemzők növelésével, nem hoztak megfelelő eredményt, mert a 100%-os üzemképességet lehetetlen elérni, a fontosabb berendezések és alkatrészek beraktározása még továbbbonyolította a műszaki karbantartás és javítás rendszerét és továbbnövelték — a már amúgy is igen magas — költségeket.



2. ábra.

A munka jobb szervezésével rövidíteni lehet a repülőtechnika műszaki karbantartási és javítási idejét. Ugyanakkor ezen az úton a lehetőségek korlátozottak, mert harci körülmények között az ellenség támadása és a tartalék reptérre történő áttelepülés nagyon megnehezíti a műszaki karbantartás és javítás magas



színvonalon tartását. Ezen kívül a karbantartás és javítás intenzitását nagymértékben befolyásolja a repülőeszköz konstrukciója is.

A hatvanas évek elején a szakemberek figyelme a műszaki karbantartás és javítás minőségének javítására irányult és a repülőgépgyártók megtették az első lépéseket, hogy a repülőeszközök konstrukciós kialakításával alkalmasabbá tegyék azt a karbantartási és javítási munkák elvégzésére. Ezek a kísérletek rámutattak a repülőtechnika konstrukciós kialakításában rejlő kiaknázatlan lehetőségekre, hogy rövidíteni tudják az egy repült órára fordított karbantartási időt. A kísérletek eredményeképpen az F-100A típusú repülőgépen végrehajtott módosítások és utómunkák következtében a műszaki karbantartásra és javításra fordított munkaórák száma az egy repült órára vetítve lecsökkentek 40 óráról 19,5 órára. Hasonlóképpen végrehajtott utómunkák és módosítások végrehajtása az F-111A vadászbombázón 20%-kal csökkentették az egy repült órára fordított karbantartási és javítási időt és ennek következtében csökkentették az 500 db-ból álló repülőgéppark 10 éves üzemidőre számított költségét 92 millió USD-vel.

Ugyanakkor e módosítások és utómunkálatok a már üzemben lévő repülőeszközökön jelentősen megnövelték az idő-, eszköz- és munkaráfordítást, ezzel növelve az üzemidő költségét. Ezért felvetődött, hogy a repülőeszközöket már a tervezés stádiumában úgy kell kialakítani, hogy a műszaki karbantartási és javítási munkaórák egy repült órára vetítve ne haladjanak meg egy bizonyos elfogadható szintet. Ennek a problémának a megoldásában a vezető szerepet a repülőgépipar játszotta. Az amerikai légierő tudományos kutató központjai és laboratóriumai a műszaki karbantartási és javítási módszerek kidolgozásával foglalkoztak, hogy emelkedjen az üzemeltetés és a javítás színvonala és minősége.

A hatvanas évek elején megjelentek az első szabványok, melyek útmutatást adtak a tervezés stádiumára, hogyan lehet a repülőtechnika üzemeltethetőségét javítani. Az 1962. 03. 23-ai MIL-M-26512B szabvány volt az első hivatalos dokumentum, amely már a kidolgozási szerződések idejétől kezdve előírta az üzemeltethetőség mennyiségi mutatóit.

Az üzemeltethetőség meghatározásával foglalkozó első szabvány a MIL-STD-778B volt, amely az üzemeltethetőség fogalmával és meghatározásával foglalkozott. Megjelenése után jelentősen megváltozott a repülőtechnika tervezési stádiumban történő kiválasztásának módszere, mert nagy figyelmet fordítottak az üzemeltethetőség mennyiségi és minőségi mutatóira.

A hetvenes évek elején a korábbi kutatási eredmények és tapasztalatok alapján az USA védelmi minisztériuma megalkotta a MIL-STD-470/471/472/473 és az AFSC 80-9 szabványokat. Ezek a dokumentumok már pontosan meghatározták az üzemeltethetőség fogalmát és mennyiségi mutatóit.

Az üzemeltethetőség javítása területén bevezetett rendszabályok elvezettek ahhoz, hogy a repülőtechnika bonyolultabbá válása ellenére az egy repült órára fordított munkaóra nem növekedett, sőt még csökkenést is mutatott (lásd a 2. ábrát).

A napjainkban meglévő és folyamatban lévő fejlesztéseket ezredfordulón túlmutató tudományos igényű 1985-ben kiadott „R & M 2000” program szabályozza.

## Az üzemeltethetőség mérhető paraméterei

Az előző részekben megismerkedhettünk az üzemeltethetőséggel és a hozzátartozó fogalmakkal. Most vizsgáljuk meg milyen mérhető paraméterei vannak, amelyek segítségével érzelmek nélkül összehasonlíthatunk repülőeszközöket úgy, hogy közben képet kapunk annak fejlettségi szintjéről is. Ezek a számítható jellemzők fontosak a korszerű üzemeltetés megvalósítása szempontjából.

Ilyen számszerű jellemző a *fajlagos munkaigény*, amely a következő összefüggés szerint számítható:

$$\text{MMF/FH} = \frac{(\overline{M}_{ct} F_c P_c + \overline{M}_{ft} F_f P_f) K + (\overline{M}_{pt} F_p P_p)}{N} \quad (1)$$

MMF/FH<sup>2</sup> — karbantartás, javítás fajlagos munkaigénye egy repült órára vonatkoztatva munkaórában kifejezve<sup>3</sup>;

$\overline{M}_{ct}$ ;  $\overline{M}_{ft}$  — a meghibásodások közepes, aktív javítási ideje állóhelyen vagy csapat (tábori) javítóbázison;

$F_c$ ;  $F_f$  — csapat (tábori) javítóbázison kijavított meghibásodások száma;

$P_c$ ;  $P_f$  — csapat (tábori) javítóbázison egy meghibásodás kijavításához szükséges átlagos műszaki személyzet létszáma;

K — a berendezések földi üzemidejét figyelembe vevő együtttható ( $K \geq 1$ );

$\overline{M}_{pt}$  — a tervezett műszaki karbantartások közepes, aktív végrehajtási ideje;

$F_p$  — N repült óra biztosításához tervezett műszaki kiszorgások száma;

$P_p$  — egy tervezett karbantartás végrehajtásához szükséges műszaki személyzet létszáma;

N — a vizsgált naptári időszakban végrehajtott repült órák száma.

Az MMF/FH mutatót alkalmazhatjuk még egy konkrét repülőeszköz kiszorgálásához szükséges műszaki személyzet létszámának meghatározására, a kiszorgási folyamat termelékenységi mutatóinak értékelésére, a műszaki személyzet kvalifikáltságának ellenőrzésére és a repülőeszköz alkalmazási hatékonyságának vizsgálatára továbbá egyéb értékelésekre.

<sup>2</sup> Maintenance Man-Hour per Flying Hour — Karbantartás, javítás fajlagos munkaigénye egy repült órára.

<sup>3</sup> A mértékegység meghatározásakor a DR. ROHÁCS JÓZSEF–SIMON ISTVÁN: Repülőgépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve 25. oldalán található mértékegységet vettem alapul.

A repülőeszköz állásidejének felső határértékeit — többek között a gyenge munkaszervezésből és anyagellátásból adódókat is — megadhatjuk a készült-ségi együtthatók  $A_i$ ;  $A_a$ ;  $A_o$  segítségével.

$A_i$  — *meglévő készületi fok*. A MIL-STD-778B szabvány szerint azt fejezi ki, hogy az előírásoknak megfelelően, ideális körülmények között (a kiszolgáló eszközök a pótalkatrészek és a műszaki személyzet állandó megléte mellett) üzemeltetett repülőeszköz — a tervezett és a megelőző karbantartási munkák figyelmen kívül hagyásával — milyen valószínűséggel üzemeltethető meghibásodás nélkül egy meghatározott időintervallumban:

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (2)$$

ahol:

$MTBF^4$  — a vizsgált üzemeltetési időszak meghibásodásai közötti átlagos idő;

$MTTR^5$  — egy meghibásodás kijavításához szükséges idő.

Gyakorlatilag az  $A_i$  értéke a repülőeszköz meghibásodás nélküli üzemelésének valószínűségét jelenti.

$A_a$  — *elért készületi fok*. A MIL-STD-778B szabvány szerint azt fejezi ki, hogy egy rendszer vagy egy berendezés milyen valószínűséggel üzemeltethető ideális körülmények között meghibásodásmentesen. Az  $A_a$  kiszámításakor csak az aktív állásidőt vesszük figyelembe. A munkaszervezés és az anyagellátás hibájából keletkezett állásidőt figyelmen kívül hagyjuk. Ennek megfelelően a kiszámítás a következő képlet alapján történik:

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + M} \quad (3)$$

ahol:

$MTBM^6$  — a vizsgált időszak egy-egy javítási és karbantartási fajtája között eltelt átlagos idő;

$M$  — egy karbantartásra és javításra eső átlagos, aktív állásidő.

$$M = \frac{\overline{M}_{ct} f_c + \overline{M}_{pt} f_p}{f_c + f_p} \quad (4)$$

ahol:

$\overline{M}_{ct}$  — közvetlenül egy javításra fordított átlagos, aktív idő;

$\overline{M}_{pt}$  — közvetlenül egy profilaktikus munkára fordított átlagos, aktív idő;

---

<sup>4</sup> Mean Time Between Failure

<sup>5</sup> Mean Time To Repair

<sup>6</sup> Mean Time Between Maintenance

$f_c$  — a meghibásodások száma;  
 $f_p$  — a profilaktikus munkák száma.

Abban az esetben, ha a vizsgált üzemeltetési időszakban semmilyen tervezett munka nem kerül végrehajtásra, akkor az  $A_a$  kiszámítása során a képletben a MTBM helyett MTBF-et alkalmazunk.

$$A_a = \frac{MTBF}{MTBF + M} \quad (5)$$

$A_o$  — *üzemeltetési készenléti fok*. A MIL-STD-778B szabvány szerint azt fejezi ki, hogy az adott repülőeszköz valós körülmények között milyen valószínűséggel üzemeltethető meghibásodás nélkül, egy meghatározott időintervallumban.

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} \quad (6)$$

ahol:

$MDT$ <sup>7</sup> — a karbantartásra és javításra fordított átlagos állásidő, amely figyelembe veszi a munkaszervezés és anyagellátás hibájából származó állásidőket is. Másképpen fogalmazva az MDT nem más, mint a repülőtechnika hadrafoghatatlan állapotban töltött ideje.

Az  $A_i$  és az  $A_a$  értékei az MTTR-en keresztül közvetetten függenek az üzemeltethetőségtől és az értékeik segítségével osztályozható az üzemeltethetőség szintje. Az  $A_o$  nem csak a konstrukcióban rejlő üzemeltethetőséget jellemzi, hanem a műszaki kiszolgálás és javítás szervezettségének az effektivitását is.

Az  $A_o$  meghatározott értéke vadász- és vadászbombázó-repülőgépek esetében 0,70–0,85; harcászati támogató repülőgépekre 0,80–0,90; vegyes használatú helikopterekre 0,72–0,86; míg harci helikopterekre 0,80–0,90 értékek között van. [2]

## AZ ÜZEMELTETHETŐSÉG EGYENLETE

### Az üzemeltethetőség követelményeinek megfogalmazása

Egy adott repülőeszköz tervezése során a technológizáltság és a javíthatóság mennyiségi mutatóit meghatározzák mind a repülőeszköz összességére, mind az egyes rendszerekre és berendezésekre külön-külön.

Az egyik legfontosabb előfeltétele a technológizáltság és a javíthatóság paramétereinek kiválasztásánál és meghatározásánál az adott különálló blokkokra az üzemeltetési követelmények és a funkcionalitás megfogalmazása.

---

<sup>7</sup> Mean Down Time

Minden blokk műszaki karbantartáshoz és javításhoz fűződő viszonyát annak a teljes eszköz harc-készültségére (működőképességére) gyakorolt hatásával jellemezhetjük. Például valamilyen blokk többszintű duplikálással és megfelelő üzembiztonsággal rendelkezik, akkor annak műszaki karbantartási és javítási szintjéről már nem érdemes szót ejteni.

Gyakorlatban az *üzemeltetési készenléti fok*, a *megbízhatósági szint* és az *üzemeltethetőség* között a következő összefüggés írható fel:

$$A_0 = f(R_{\text{meg}}, M) \quad (7)$$

ahol:

$R_{\text{meg}}$  — a megbízhatósági szint;

$M$  — az üzemeltethetőség.

Ennek megfelelően a repülőeszköz valamennyi elemét, rendszerét és berendezését az üzemeltetési követelmények és a funkcionális fontossága szerint csoportosítjuk.

Az *üzemeltetési* követelményeknek megfelelően:

$A_{\bar{u}}$  — a berendezésnek a teljes harcfeladat során folyamatosan működnie kell;

$B_{\bar{u}}$  — a berendezésnek periodikus rendszerességgel kell üzemelni;

$C_{\bar{u}}$  — a berendezésnek ritkán, esetenként kell működnie.

A *funkcionális* fontosság szerint megkülönböztetünk:

$A_f$  — a berendezés üzemképessége folyamatos kell, hogy legyen;

$B_f$  — a berendezés üzemképessége fontos, de annak csökkenése nem befolyásolja a repülőeszköz harci hatékonyságát, ha a hiba kijavítása nem igényel 4 óránál többet;

$C_f$  — a berendezés meghibásodása nem hat a harci hatékonyságra és nem szükséges annak azonnali javítása.

Az önálló blokkal szemben támasztott üzemeltetési követelményeket nem lehet mindig hozzákapcsolni a technológizáltság és a javíthatóság követelményeihez.

A berendezések, blokkok üzemeltetési követelményei és a funkcionális fontossága meghatározza azok megbízhatósági mutatók kiválasztását. Például egy „ $A_{\bar{u}}$ ” kategóriás berendezés vagy blokk esetében az üzemeltethetőségi mutató a meghibásodások közötti átlagos idő (MTBF) lesz. Ha a berendezés üzemeltetési követelménye periodikus „ $B_{\bar{u}}$ ” típusú, vagy eseti „ $C_{\bar{u}}$ ” típusú, akkor a berendezés megbízhatósági mutatója a meghibásodás-mentes működés valószínűsége  $R(t)$  lesz az adott időintervallum alatt.

Az üzemeltethetőség mutatóinak megválasztásakor meghatározó tényezőnek tekintjük a rendszer harc-készültségi szintjét és a berendezés funkcionális fontosságát. Mivel a készültségi együtthatók  $A_i$ ,  $A_a$ ,  $A_0$  nagymértékben függenek a műszaki karbantartás és javítás végrehajtásához szükséges állásidőtől, ezért a technológizáltság és javíthatóság elsődleges mutatójának a műszaki

karbantartás és javítás munkaigényét vesszük. Az alacsony funkcionális fontosságú — „C<sub>f</sub>” típusú — blokkok esetében nem kell kiemelt figyelmet fordítani az üzemeltethetőség mutatóinak biztosítására. E blokkok esetében az üzemeltethetőség mutatója a teljes állásidő (MDT) lesz, ugyanakkor ez nem jelenti azt, hogy az üzemeltethetőség szintjének megválasztása véletlenszerű jelleget hordoz magában. Ha bármilyen korszerűsítés, amely növeli a „C<sub>f</sub>” típusú berendezés üzemeltethetőségét, és nem kerül jelentős idő- és eszköz-ráfordításba, azt feltétlenül végre kell hajtani, hogy csökkenteni lehessen az üzemeltetési folyamat alatt műszaki karbantartásra és javításra fordított összes időt. Az „A<sub>f</sub>” és „B<sub>f</sub>” típusú berendezések esetében az üzemeltethetőség mutatójaként az egy meghibásodás kijavításához szükséges időt (MTTR) vesszük.

A következő táblázat a megbízhatósági és a helyreállítási szintek különböző kombinációjában ad tájékoztatást az üzemeltetési követelmények és a funkcionális fontosság szerint.

A megbízhatósági és a helyreállítási szintek különböző kombinációi 1. táblázat

Üzemeltetési követelmények	A <sub>ü</sub>	B <sub>ü</sub>	C <sub>ü</sub>
Funkcionális fontosság			
A <sub>f</sub>	MTBF, MTBR, adminisztrációs idő, az anyagi-technikai biztosítás ideje	MTTR, adminisztrációs idő, az anyagi-technikai biztosítás ideje	MTTR, adminisztrációs idő, az anyagi-technikai biztosítás ideje
B <sub>f</sub>	MTBF, MTBR, adminisztrációs idő, az anyagi-technikai biztosítás ideje	MTTR, adminisztrációs idő, az anyagi-technikai biztosítás ideje	MTTR, adminisztrációs idő, az anyagi-technikai biztosítás ideje
C <sub>f</sub>	MTBF, MDT	MDT	MDT

Ezenkívül alkalmazunk még egy sor technológizáltsági és javíthatósági paramétert, amelyek függetlenek a berendezés funkcionális fontosságától. Ezek a következők:

$\bar{M}_{ct}$  — közvetlenül egy javításra fordított átlagos, aktív idő;

$\bar{M}_{pt}$  — közvetlenül egy profilaktikus munkára fordított átlagos, aktív idő;

$\tilde{M}_{ct}$  — közvetlenül egy javításra fordított középideje;

$M_{max}$  — egy javítás maximális, várható ideje;

MMF/FH — karbantartás, javítás fajlagos munkaigénye egy repült órára vonatkoztatva munkaórában kifejezve;

A 2. táblázatban a műszaki karbantartás és javítás három szintjére láthatjuk a paramétereket, amiket annak mennyiségi mutatóinak kiszámításához alkalmazunk.

A műszaki karbantartás és javítás szintjei

2. táblázat

Csapat szintű műszaki kiszolgálás	Csapat javítóbázisán végrehajtott javítás	Üzemi (gyári) javítás
$\bar{M}_{ct}$	MMH/FH (A kiszolgálás feladata)	Technologizáltság és javíthatóság mennyiségi mutatóit nem határozzák meg
$\bar{M}_{pt}$		
$\tilde{M}_{ct}$		
$M_{max}$		
MMF/FH		
$\bar{M}_{ct}$ és $M_{max}$		
$\tilde{M}_{ct}$ és $M_{max}$		

A 3. táblázatban a különböző feltételeket láthatjuk, amelyek befolyásolják a technologizáltság és javíthatóság mutatóit.

A technologizáltság és javíthatóság mutatóinak feltételei

3. táblázat

***	A feltételek tartalma
Feltételek	
1.	Kritikus készültség (fontos faktor)
2.	Nem kritikus készültség
3.	Nem ismerjük a műszaki kiszolgálás idejének eloszlását
4.	A műszaki kiszolgálás időeloszlási görbéje nem mutat eltolódást jobbra, köszönhetően az egyszerű konstrukciónak; egyszerű műszaki kiszolgálási elvek és struktúrák; kialakult mindenoldalú, gyakorlati diagnosztika
5.	A műszaki kiszolgálás közepes idejének eloszlási görbéje feltételezhetően normál logaritmikus vagy jobbra eltolódott eloszlást mutat
6.	A technikai kiszolgálás elhúzódása korlátozza az üzemeltetés feltételeit
7.	A személyi állomány eloszlása másodlagos (mellékes) jelentőségű

\*\*\* Üzemeltethetőség mutatói

Minden konkrét esetben meg kell határozni a létező rendszerben a feltételeket, hogy kiválaszthassuk a technologizáltság és javíthatóság mutatóit, majd ezután pedig a 4. táblázatból meghatározzuk annak paraméterét. Ehhez szükségünk van valamelyik oszlop kijelölésére, amelyik meghatározza számunkra a keresett paramétert. Például, ha a készültség igen fontos jellemző (1. feltétel), nem ismerjük a műszaki kiszolgálás idejének eloszlását (3. feltétel) és a technikai kiszolgálás elhúzódása korlátozza az üzemeltetés feltételeit (6. feltétel), akkor az oszlop, amely tartalmazza a fent felsorolt feltételek jeleit megmutatja nekünk, hogy az üzemeltethetőség mutatója ebben az esetben:

$$\bar{M}_{ct} (\bar{M}_{pt}) \text{ és } M_{max}$$

## Az üzemeltethetőség mutatói

4. táblázat

***	$\bar{M}_{ct}, \bar{M}_{pt}$	$\tilde{M}_{ct}$	$M_{max}$	MMH/FH	$\bar{M}_{ct}, M_{max}$ $\bar{M}_{pt}, M_{max}$	$\bar{M}_{ct}, M_{max}$
Feltételek						
1. feltétel	x x x				x x x x x	x
2. feltétel		x X	x	x		x
3. feltétel	x	X			x x	
4. feltétel	x				x x	
5. feltétel		x	x			x x
6. feltétel					x x x x	x x
7. feltétel						

\*\*\* Üzemeltethetőség mutatói

Az ilyen módon kiválasztott mutatók nem mindig a leoptimálisabbak. Ennek az az oka, hogy a kiválasztáskor nem vettük figyelembe az összes feltételt. A gyakorlatban az üzemeltethetőség mutatóinak kiválasztásakor kiegészítő feltételeket, a konkrét rendszerhez tartozókat, is figyelembe kell vennünk.

## ÖSSZEZÉS

A nagy repülőeszköz-gyártók milliárdokat költenek tudományos kutatásokra és kísérletekre, hogy a már rendszerben lévő és a csak tervező asztalon létező repülőeszközök hatékonyságát növeljék. Igaz ez ugyanúgy a polgári és a katonai repülés résztvevőire egyaránt, mert a pénz az mindenütt pénz.

A repülőeszközök műszaki karbantartás és javítás hatékonyságának a növelése nagyon összetett feladat és nagy figyelmet kell fordítani a következőkre:

- minden egyes repülőeszköz hatékonyságának a növelése a javításban töltött állásidő, a karbantartásban és javításban, időszakos felülvizsgálatokon töltött idők csökkentésével;
- a repülés biztonságának növelése.

A felsorolt feladatok megvalósításának lehetséges módjai:

- a repülőeszközök üzemeltetési módszereinek folyamatos újítása;
- a repülőeszköz tervezett karbantartási munkáinak és azok végrehajtási módszereinek folyamatos korszerűsítése;
- a repülőeszköz műszaki üzemeltetése és javítása során kialakult információáramlás folyamatos gyorsítása és korszerűsítése.

Egy meglévő repülőeszköz esetében, egy új üzemeltetési eljárás bevezetése egy új, minőségibb szakaszt nyit meg a repülőeszköz teljes műszaki karbantartási és javítási rendszerében. Nagymértékben befolyásolja a repülőeszköz üzemeltetési jellemzőinek korszerűsítést és időszakos karbantartások és javítások minőségét. A nyugati polgári repülés tapasztalatai a korszerűbb üzemeltetési eljárás-



ra történő átmenet esetében jelentős eredményeket mutatnak, gyökeresen megváltoztatták a repülőeszközök üzemeltetési jellemzőit.

Az üzemeltetési jellemzők korszerűsítése egy új irányban kezdett el fejlődni. Az elsődleges feladat a repülőtechnika technológizáltságának összhangba hozása a korszerű üzemeltetési eljárásokkal. Azaz a technológizáltság legideálisabb és leghatékonyabb megvalósítása a megbízhatósági szint szerinti üzemeltetés biztosításához, amely a magas fokú hatékonyságban, következménymentes meghibásodásokban és magas fokú hatékonyságban nyilvánul meg.

#### **FELHASZNÁLT IRODALOM**

- [1] BÉKÉSI BERTOLD: A repülőszervezetek műszaki karbantartása. Repüléstudományi közlemények, Szolnok, 1999/3. p. 93–103.
- [2] DR. ÓVÁRI GYULA: A Magyar Honvédség repülőeszközei típusváltásának és üzemeltetésének lehetőségei gazdaságossági-hatékonysági kritériumok valamint NATO-csatlakozásunk figyelembevételével. A légierő fejlesztése. Tanulmánygyűjtemény, Honvédelmi Minisztérium Oktatási és Tudományos szervező Főosztály, Budapest, 1997. p. 9–127.
- [3] DR. ÓVÁRI GYULA: Korszerű harcászati repülőgépek műszaki üzemeltetésének sajátosságai és gazdaságossági-hatékonysági kérdései. A harcászati repülőgépek fejlesztésének szükségessége és lehetősége. Konferencia, Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 1998. p. 33–70.
- [4] DR. PETÁK GYÖRGY: A repülőtechnika üzemeltetése és javítása. Főiskolai jegyzet, KGyRMF, Szolnok, 1981.
- [5] DR. ROHÁCS JÓZSEF–SIMON ISTVÁN: Repülőgépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1989.

## **PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK „MIKROMÉRETŰ” VÁLTOZATAINAK ALKALMAZÁSA FELDERÍTÉSI FELADATOKRA**

A precíziós fegyverek megjelenésével alapvető jelentőségűvé vált a szemben álló félről minél több és minél pontosabb információ megszerzése. Erre a célra ma már a felderítő eszközök széles skálája áll rendelkezésre. Ezek közé sorolhatjuk a pilóta nélküli repülőeszközöket<sup>1</sup> is.

A pilóta nélküli repülőeszközök felderítésre történő alkalmazása 1939-re vezethető vissza, amikor egy kamerával felszerelt repülőgépet teszteltek a Rechlin-i repülőkísérleti bázison. E technikát csupán az 1960-as években vették elő újra az Amerikai Egyesült Államokban. Az USA repülőipara felkarolta az eszköz fejlesztését és a vietnámi hadszíntér vált a pilóta nélküli repülőeszközök tesztelésének kísérleti területévé. A háborúban a pilóta nélküli repülőgépekkel több, mint 3000 bevetést hajtottak végre.

A 70-es években Izrael az élőerő megóvása céljából nagy figyelmet fordított az ember nélküli repülőgép-rendszerek kifejlesztésére és rendszerbe állítására.

Az Öböl háborút követően az USA Légi Felderítési Hivatala e téren nagyarányú fejlesztési programokat indított el. Ezek közül a legismertebb a hadműveleti felderítési feladatok ellátására kifejlesztett Predator típusú eszköz, amely a délszláv konfliktus idején képes volt a felderítési zónába való kiérkezés után valósidejű képi információt szolgáltatni az összefegyvernemi parancsnokok részére.

Napjainkban a világ több országában fejlesztenek és gyártanak pilóta nélküli repülőeszközöket. Alapvető cél a meglévő pilóta nélküli repülőeszközök modernizálása és új típusú hasznosterhek kifejlesztése valamint teljesen új eszközök rendszerbe állítása.

A 90-es évek végétől megkezdődtek a pilóta nélküli repülőeszközök miniaturizálását célzó programok, úgynevezett „mikró pilóta nélküli repülőeszközök” kifejlesztése.

## **A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK OSZTÁLYOZÁSA**

Az elmúlt évtizedekben a pilóta nélküli repülőeszközök számos változata és formája alakult ki, így az újabb és újabb technikai újdonságok alkalmazásával a

---

<sup>1</sup> UAV — Unmanned Aerial Vehicles

felhasználási területük is szélesedett. Az Amerikai Egyesült Államokban a Védelmi Minisztérium a különböző pilóta nélküli repülőeszközöket a végrehajtandó feladatnak, a repülés idejének és hatótávolságuknak megfelelően osztályozza. Megkülönböztetnek manőverező pilóta nélküli eszközöket<sup>2</sup>, amelyek mintegy 3 órát képesek a levegőben tölteni, hatótávolságuk 50 km. A manőverező pilóta nélküli repülőgépek legkisebb családját alkotják, a mini és a mikroméretű pilóta nélküli repülőgépek. A következő csoportba az egyesített harcászati pilóta nélküli repülőeszközök<sup>3</sup> tartoznak, amelyek az ellenség légtérben 8–10 órát tölthetnek és mintegy 200 km hatótávolságúak. A harmadik csoportba azok a pilóta nélküli repülőeszközök<sup>4</sup> sorolhatók, amelyek 24 órás folyamatos repülésre, többcélú feladat végrehajtására készíthetők fel és mintegy 800 km, vagy nagyobb hatótávolságúak [1] (1. táblázat).

Különböző típusú UAV-ék technikai paraméterei 1. táblázat

UAV kategóriák	Típus	Szárnyfeszítáv [m]	Hossz [m]	Rep. seb. [km/h]	Üres tömeg [kg]	Hasznos-teher [kg]
UAV-E	Predator	14,6	8,3	220		209
	Global Hawk	35	13	635	3869	907
JT-UAV	Outrider	3,4	3	200	136	45
	Pioneer	5,1	4,2	195	165	44
M-UAV	Pointer	2,7	1,8	80	1,4	1,8
	Hawk H-7 f	2,6	1,5	130	8,1	5,4
	Mini AV	0,48–1,5			—	0,028–1,5
	Mikro AV	0,15		36–72	—	0,005–0,02

## MINI ÉS MIKROMÉRETŰ PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK

Az Amerikai Egyesült Államokban napjainkban a manőverező pilóta nélküli eszközök miniatürizálását célzó különböző fejlesztési programokon dolgoznak. Ennek eredményeként várható, hogy a jövőben tömegesen fognak megjelenni a mini és a mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközök. E repülőeszközök a pilóta nélküli repülőgépek legkisebb családját képezik, megvalósíthatóságukat a mikrotechnológiában elért robbanásszerű fejlődés tette lehetővé.

<sup>2</sup> Maneuver Unmanned Aerial Vehicle (M-UAV) — Manőverező pilóta nélküli eszközök.

<sup>3</sup> Joint Tactical Unmanned Aerial Vehicle (JT-UAV) — Egyesített harcászati pilóta nélküli repülőeszközök.

<sup>4</sup> Unmanned Aerial Vehicle Endurance (UAV-E) — folyamatos repülésre képes pilóta nélküli repülőeszközök.

## Miniméretű pilóta nélküli repülőeszköz

Jelenleg az USA Haditengerészeti Kutatólaboratóriuma által kifejlesztett Sender típusú pilóta nélküli repülőeszköz a legkisebb, amelyet már hadrendbe állítottak. Ez egy ember által hordozható, elektromos meghajtású repülőeszköz, a szárnyak fesztávolsága 1,2 m, tömege 4,5 kg. Képes mintegy 1,2 kg tömegű hasznos terhet szállítani, maximum 170 km távolságra. A miniméretű pilóta nélküli repülőeszköz fedélzeti elektronikáját a Microbotics cég fejlesztette ki (1. ábra).



1. ábra. Sender pilóta nélküli repülőeszköz

## Mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz

A mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz megvalósításának gondolatával a szakemberek már régóta foglalkoznak. A mikroméretű légi járművek kifejlesztéséhez hozzájárult a modern anyagok és mikroszenzorok megjelenése valamint a kisebb madarak, rovarok repülési technikájának tanulmányozása.

A repülőeszköz létrehozásáról az amerikai Lincoln Laboratorium az 1990-es évek elején több tanulmányt jelentetett meg. A tanulmányok nyomán a DARPA<sup>5</sup> az 1990-es évek közepén egy programot indított el, amelynek célja a repülés új dimenziójának a kiterjesztése. A DARPA-program támogatására 1997–2000 között 35 millió dollárt irányoztak elő.

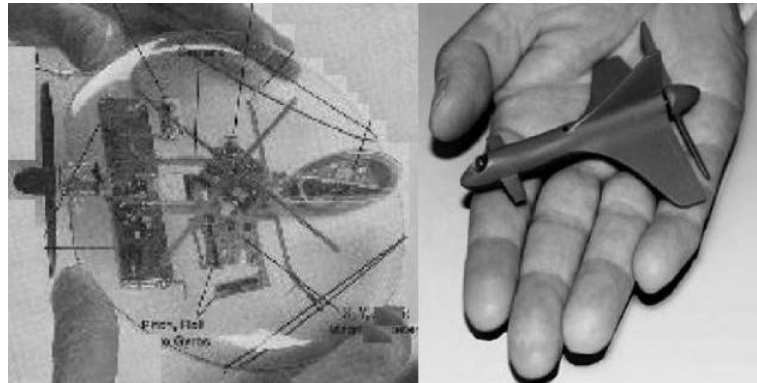
Napjainkban olyan mikroméretű légi járműcsalád kifejlesztésén dolgoznak, amelyek legalább egy nagyságrenddel kisebbek a jelenlegi pilóta nélküli repülő-

---

<sup>5</sup> Defence Advanced Research Project Agency — Védelmi fejlesztéseket kutató program ügynökség.

eszközöknél. Ezek a mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközök már egy emberi tenyérben is kényelmesen elférnek [5] (2. ábra).

Fejlesztés alatt áll egy mikroméretű pilóta nélküli eszközrendszer, amely fő részeit a földi irányító állomás és a légi alrendszer alkotja. A földi állomás biztosítja a repülőeszköz irányítását, a légi alrendszertől beérkező adatok feldolgozását, megjelenítését. A földi irányító állomás egy képfeldolgozó rendszert, egy botkormánnyal kezelt repülésvezérlő egységet és rádióösszeköttetést biztosító eszközt tartalmaz.



2. ábra. Mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközök

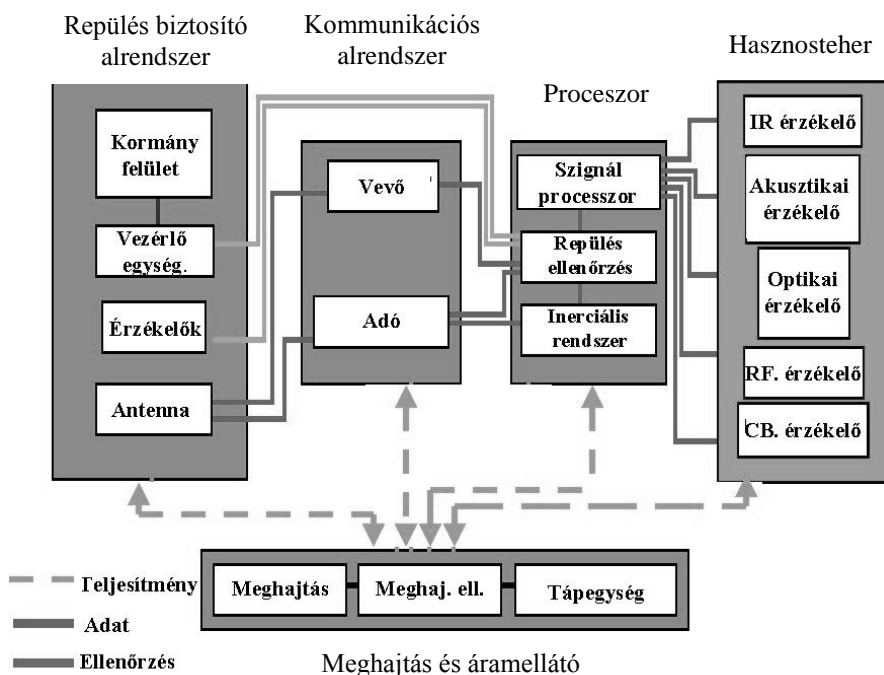
A légi alrendszert a mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz alkotja, amely kis tömegű, szárnyának fesztávolsága 15 cm, de ennek ellenére viszonylag nagy szárnyfelülettel rendelkezik. A repülőeszköznek képesnek kell lennie 20–60 perccel a levegőben tölteni, miközben 10–20 gramm vagy ennél kisebb hasznos terhet szállít, kb. 10 km-es távolságra. A legnagyobb repülési magassága 1000 m, repülési sebessége 36–72 km/h. A repülőeszköz erőforrása három lítium akkumulátor, amellyel egy légcsavart hajtanak meg. [2]

A repülőeszköz tömege és kis geometriai mérete nagy integráltságot igényel a fedélzeti berendezésektől. A legnagyobb problémát az jelenti, hogy ebbe a kis méretbe kell elhelyezni a repülést biztosító alrendszert, a kommunikációs alrendszert, a processzort és a hasznos terhet. A mikroméretű pilóta nélküli repülőgép fedélzeti rendszerének funkcionális felépítése a 3. ábrán látható.

Elektronikai szempontból a fedélzeti processzor és a kommunikációs alrendszer képezi a jármű magját. Ezek biztosítják a kapcsolatot a hasznos terhet (szenzorok) és a földi állomás között, valamint vezérlik a repülőeszköz repülését, a meghajtó és áramellátó alrendszert (3. ábra).

A földi állomással a kommunikációs lehetőségek korlátozottak, amit elsősorban a jármű kis méretére, a szárnyakban elhelyezett kis antennára, illetve a ren-

delkezésre álló kis energiára vezethető vissza. Természetesen ezek az objektív tényezők behatárolják a távvezérelt mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközök alkalmazásának hatótávolságát, ezért a földi irányító állomás antennájának irányítottnak kell lennie, így egyenes rálátás és a megfelelő energetikai viszonyok esetén folyamatosan vezérelni tudják a repülőeszközt. A másik megoldás — pl.: városi alkalmazás esetén — cellás irányítási rendszer alkalmazása.



3. ábra. Mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz fedélzeti rendszere elvi vázlata

A mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz áramellátó és meghajtó alrendszere támogatja a fedélzeti processzort és a kommunikációs alrendszert, a repülésellenőrző funkciókat. A fedélzeten rendelkezésre álló 2–10 W energia mintegy 90%-a a meghajtás, a fennmaradó 10% a többi alrendszer ellátására szolgál.

Az elsőgenerációs mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközöket általában egy funkciós hasznos teherrel szerelik fel, ezeket nagyrészt optikai tartományba történő felderítésre alkalmazzák. Nagy technikai kihívást jelent az amúgy is kis méretű repülőeszközbe a hasznos terhek beépítése. A repülőeszköz-rendszerbe számos szenzort lehet integrálni, amelyek optikai, infra, akusztikus, vegyi- és sugárfelderítő stb. érzékelők lehetnek.

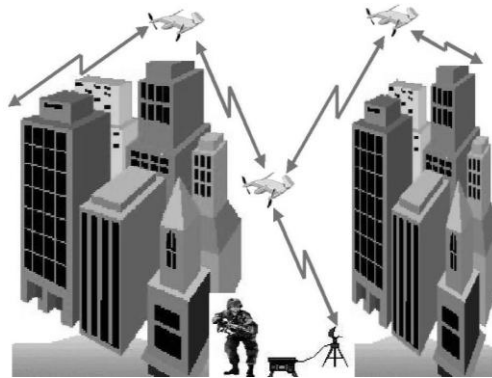
Természetesen a hasznos terhek csak egy kis szeletét adják a fejlesztés alatt álló különböző fedélzeti berendezéseknek.

## MIKROMÉRETŰ PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK HARCI ALKALMAZÁSA

A kis méretű repülőeszközök kifejlesztése iránt tanúsított nagy érdeklődés annak köszönhető, hogy ezen eszközöket hatékonyan alkalmazhatjuk különböző katonai feladatok végrehajtására is. Napjainkban problémát jelent az önállóan tevékenykedő harccsoportok folyamatos reálidejű felderítési információkkal történő ellátása. A felderítési információk megszerzése céljából célszerű mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz alkalmazása.

A mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközökkel megoldható feladatok széles skálán mozognak, így alkalmazhatók támogató, felderítési és csapásmérési feladatokra is.

A *támogató feladatok* közül a mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközt átjátszó állomásként is alkalmazhatják. A lakott területen vívott harc esetén a folyamatos összeköttetés az épületek árnyékoló hatása miatt csak jelentős mennyiségű híradó eszköz felhasználásával biztosítható. E probléma kiküszöbölése céljából célszerű a repülőeszközt átjátszó állomásként üzemeltetni (4. ábra).

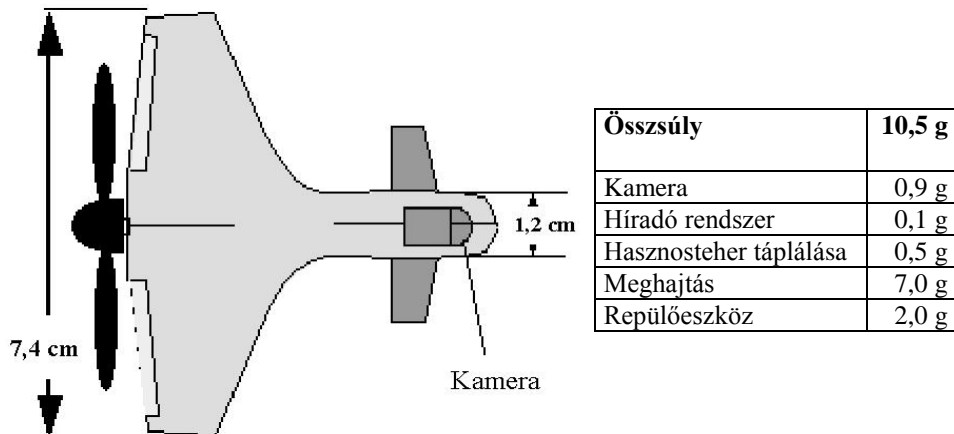


4. ábra. Mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz alkalmazása átjátszó állomásként

A *felderítési feladatok* közül egyik legjellemzőbb, amikor a mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközt elektro-optikai felderítési feladatokra készítik fel.

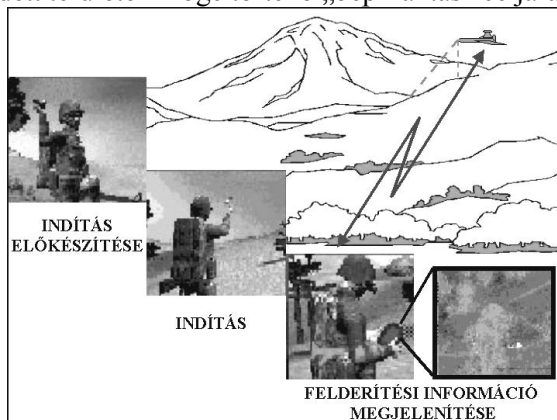
Az elektro-optikai felderítésre alkalmazható hasznos teher kifejlesztésén dolgozik az amerikai Lincoln Laboratórium. A laboratórium kísérleteket folytat egy apró videokamera rendszerrel, amelynek tömege csak egy gramm lenne, és kb.  $1 \text{ cm}^3$ -t foglalna el. A kamera  $1000 \times 1000$  pixellel rendelkezne és csupán 25 mW teljesítményt igényelne.

A Lincoln laboratórium szintén dolgozik egy 8 cm fesztávolságú mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz kifejlesztésén, amelynek össztömege 10 g. A repülőeszköz orrába egy 45 fokban előre néző stabil kamerát helyeznének el [3] (5. ábra).



5. ábra. Mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz

A mikroméretű pilóta nélküli repülőgéprendszer — a tervek szerint — egy katonai hátizsákban helyezik el. A repülőeszközt egy katona kézből indítja, majd egy botkormányval kezelt repülést vezérlő egység segítségével irányítják a felderítendő terület légtérébe. A repülőeszköz az alegységek részére a közvetlenül be nem látható területekről — például lakott területen vívott harc során — valós idejű képi információt szolgáltatathat, amit a kezelő katona kézben hordozható indikátorán jelenítenek meg. Így pontos felderítési információkat szerezhetünk az épületekben elhelyezkedő fegyveres csoportokról, orvlövészekről. Erdős-hegyes terepen vívott harctevékenység során a repülőeszközt eredményesen bevethetjük a fedett területek mögé történő „bepillantás” céljára (6. ábra).



6. ábra. Mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz alkalmazásának folyamata



A *harci alkalmazás* esetén a pilóta nélküli repülőeszköz hasznos terhet a harci fej képezi. A repülőeszközt ebben az esetben a kezelő vezeti rá a megsemmisítendő objektumra.

A korszerű hadseregekben az évtized végére egyre nagyobb teret kívánnak szánni a mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközök alkalmazásának. Az amerikai fegyveres erőknél repülőeszközt a harcoló szakasznál szeretnék rendszeresíteni, így az alegység és az egyes harcos harctevékenységet fogja támogatni.

## MIKROMÉRETŰ PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐESZKÖZÖK TOVÁBBFEJLESZTÉSE

A mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközök továbbfejlesztésénél az alábbi rendező elveket kell figyelembe venni:

- könnyű kezelhetőség, kis logisztikai biztosítási igény;
- a rendszernek egy katonai hátizsákban el kell férnie;
- a repülőeszköz motorja akusztikusan csendesnek kell lennie;
- a fedélzeti rendszereknek nagyobb elektromos energiát kell biztosítani (kifejlesztés alatt állnak a mikro-motorok, mikro-rakétamotorok);
- kompatibilis erő és meghajtó alrendszer, önálló navigációs és ellenőrző alrendszer fejlesztése;
- sorozatgyártás esetén viszonylag alacsony előállítási költség (egy bővíthető mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz-rendszernek nem szabad többbe kerülnie mint egy harcászati elhárító eszköz) [2].

Természetesen a fejlesztésnél figyelembe veszik, hogy a kis méretéből adódóan a repülőeszköz alkalmazását jelentősen befolyásolják a külső környezeti hatások (szél, turbulencia, hőmérséklet, nedvesség stb.) is.

## ÖSSZEGZÉS

Összességében megállapítható, hogy a nem is olyan távoli jövőben a katonailag hasznos mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközök gyors, forradalmi elterjedése következik be. E repülőeszközök felderítési információkkal hatékonyan támogathatják a önállóan tevékenykedő harccsoportokat is. Nem elhanyagolható szempont az sem, hogy alkalmazásukkal lehetőség nyílik az élőerő és a drága harci technika megóvására. A technika rohamos fejlődésével a mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközöket egyre több feladat ellátására teszik alkalmassá.

Nehéz megjósolni, de talán nem a sci-fi kategóriájába tartozik, hogy fentiekben ismertetett valamint sok más mikroméretű robot fogja igénybe venni a légteret, amelyek önálló harcfeleltatok ellátására is képesek lesznek.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] FM 34-25-2 Unmanned Aerial Vehicles Headquarters, Department of the Army, Washington D.C., 1998.
- [2] McMichael J. M.– Francis M. S.: Micro Air Vehicles - Toward a New Dimension in Flight.
- [3] <http://www.sun00781.dn.net/irp/program/collect/docs/mav-auvsi.htm>.
- [4] Wilson B. S.: Micro Air Vehicles (MAV).
- [5] <http://www.arpa.gov/tto/programs/mav.htm>.
- [6] Marton Csaba: A pilóta nélküli repülőeszközök alkalmazása elektronikai felderítési feladatokra. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 2000. XII.évf. 29. sz.
- [7] Dr. Makkay Imre–Ványa László: Harcászati-hadműveleti pilóta nélküli repülőeszközök, az elektronikai hadviselés eszközei légi hordozókon. ZMNE Egyetemi közlemények, 1999.
- [8] Naval UAV Executive Seering Group. 1998. 10. 16.



## REGIONÁLIS VERSENYKÉPESSÉG ÉS A KÖZLEKEDÉSI RENDSZEREK

Repülős szakemberek lelkes csoportja 1990. dec. 12–14-én Airports Hungary '90 címmel konferenciát szervezett, mely a magyarországi — elhagyott volt szovjet katonai — repülőterek hasznosításának, fejlesztésének aktuális és perspektivikus kérdéseit tűzte napirendre. A résztvevők a következő ajánlásokat fogalmazták meg:

- a konferencia állást foglalt abban, hogy a magyarországi repülőtereket gazdaságosan működtetni és — az ország repülési kultúrájának, valamint a repülőképzésnek meghatározó alapját jelentő — sportrepülés feltételeit biztosítani csak régió szemléleten alapuló vállalkozásként lehetséges, mely képes a repülésen túl idegenforgalmi, kereskedelmi, szállítási tevékenységével megteremteni a gazdasági eredményt;
- a konferencia javasolja az állam illetve az önkormányzatok hatáskörének, szerepének feladatának megvizsgálását és meghatározását a magyarországi régiók komplex közlekedés rendszerének fejlesztésében és célirányos támogatásában;
- a repülőterek hasznosításával elérhető gazdasági lehetőségek kiaknázásához jelentős befektetések, beruházások szükségesek. A vállalkozókat és a befektetőket azonban tevékenységük megkezdésétől visszatartja a repülőterek, mint földbirtokok tulajdon és rendelkezési jogának tisztázatlansága annak az eldöntése, hogy azokat ki és milyen címen viheti a vállalkozásba;
- a mielőbbi döntést indokolja a meglévő repülőterek állapotának gyors romlása és a döntés elhúzódásából eredő idővesztés miatt felerősülő magas helyreállítási költség, mely jelentősen felülmúlja a meglévő állapotok szintentartásának költségeit;
- a kisgépes légiforgalom megindítását és gazdaságos működését a jelenleg még hatályos és a konferencia megítélése szerint már részben elavult „légügyi törvény” és számos belügyminiszteri, közlekedési miniszteri rendelet és utasítás nehezíti;
- a fentiekkel összefüggésben a konferencia szükségesnek tartja:
  - a repülőterek, mint földbirtoktulajdon rendelkezési jogának egyértelművé tételét;

- a menetrenden kívüli repülések engedélyezését szabályozó rendelkezések mielőbbi felülvizsgálatát és az új feltételrendszer szerinti, a biztonságot nem sértő, de a vállalkozást nem akadályozó rendelkezések kiadását.

Időközben eltelt egy évtized, és mégis megállapítható, hogy az akkor jelzett tennivalók egy része továbbra is aktuális, illetve új feladatok és újabb követelmények is megjelentek a regionális repülés fejlesztése előtt. Hazánkban felerősödött a térségi szemlélet, a regionalizáció, kialakultak a tervezési-statisztikai régiók.

Magyarországon is megkezdődött az Európai Unió regionális politikája alapelveinek alkalmazása, melyet tartalmaz az Országos Területfejlesztési Konceptió. Közel egy időben 1996-ban fogadta el az Országgyűlés az ún. Területfejlesztési Törvényt, és az ún. Közlekedéspolitikai Konceptiót, mely dokumentumok szerint a közlekedéspolitika fő stratégiai irányai:

- az Európai Unióba integrálódás segítése;
- a szomszédos országokkal az együttműködés feltételeinek javítása;
- az ország kiegyensúlyozottabb térségi fejlődésének elősegítése;
- az emberi élet és környezet védelme;
- a közlekedés hatékony, piackonform működtetése.

Az elmúlt években a szerző Regionális Gazdaságtan doktori Ph.D kutatásokat folytatott az EU-s és magyar régiók közlekedési hálózatainak vizsgálata valamint a gazdasági fejlettség és versenyképesség közötti összefüggések feltárása témakörben.

Összehasonlítható elemzésre a fajlagos mutatók adtak lehetőséget, amelyek területi egységre jutó kiépítettséget, hálózatsűrűséget, forgalmat jeleznek (lásd az 1. táblázat részletesebb adatait [11]).

A közlekedési hálózatok kiépítettségi szintje alapján a magyar régiók három csoportba sorolhatók:

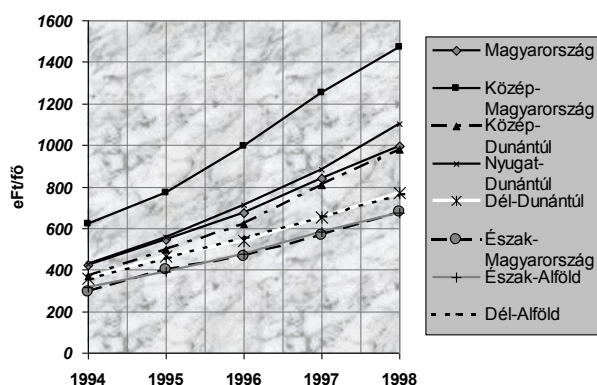
- *fejlett* — a Közép-magyarországi régió a közlekedés minden ágazatában jól kiépített hálózati elemekkel rendelkezik.
- *átlagos fejlettségű* — a Közép-Dunántúl és Nyugat-Dunántúl mutatói egy része meghaladja az országos átlagot, a Nyugat-Dunántúl vasúthálózata alacsonyabb kiépíttségű, a Közép-Dunántúl esetében pedig repülési forgalom gyakorlatilag nincs.
- *átlagosnál fejletlenebb* — a többi négy régióban a közlekedési infrastruktúra szintje elmarad az országos átlagtól. A Dél-Dunántúlon igen alacsony a két vagy többvágányú és villamosított vasútvonalak kiépítettsége. Az Északalföldön a vasutakkal való ellátottság átlag körüli, az úthálózat azonban nem kielégítő, autópálya pedig egyáltalán nincs.

Közlekedési hálózatok kiépítettsége a magyar régiókban<sup>1</sup>

1. táblázat

Régió	Vasút (km/100 km <sup>2</sup> )			Vízi út (f.km/100 km <sup>2</sup> )	Közutak (km/100 km <sup>2</sup> )		Repülőtérre érkező utas/lakos (fő/1000 fő)
	Összes	Két vagy több vágányú	Villa- mosított		Autó- pálya	Egyéb utak	
	1	2	3	4	5	6	7
Közép-Magyarország	11,33	0,65	8,36	2,87	2,19	34,36	572,72
Közép-Dunántúl	10,21	1,56	2,56	1,33	1,22	34,08	0
Nyugat-Dunántúl	7,24	0,87	1,06	0,51	0,64	42,09	2,72
Dél-Dunántúl	7,99	0	2,4	2,15	0,12	30,45	0,81
Észak-Magyarország	6,89	1,73	2,16	1,6	0,18	33,81	0
Észak-Alföld	8,81	1,91	2,54	1,74	0	27,67	1,1
Dél-Alföld	7,62	0,14	1,8	1,58	0,08	26,94	0,02
Összesen:	8,35	1,42	2,58	1,64	0,45	31,84	162,52

Megvizsgálva a régiók gazdasági fejlettségi szintjét (az egy főre jutó GDP alapján) szembevetve, hogy a fenti három kategória így is kimutatható. Megállapítható tehát, hogy a régiók gazdasági fejlettsége és a közlekedési hálózatok kiépítettsége között szoros összefüggés áll fenn, továbbá az is, hogy a fejlettebb régiók dinamikusabban növekszenek (1. ábra).



1. ábra. GDP változása régióként<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Forrás: A KSH, KHVM, ORFK, vizitúra térképek, továbbá a jelentősebb repülőterek közvetlen adatközlésének felhasználásával saját szerkesztés (1996 fajlagos mutatók).

<sup>2</sup> Forrás: KSH (1998) felhasználásával saját szerkesztés.

A sikeres régiók megközelíthetősége, közlekedési kapcsolatai (a hálózatok kiépítettsége, kombinált szállítások, logisztikai központok stb.) és szolgáltatásai előnyösebbek, mint a többieké. A földrajzi elhelyezkedés sok esetben leszűkíti a lehetőségeket, befolyásolja az utazás/szállítás idő és költség igényét, a közlekedés és újabban a telekommunikációs infrastruktúra azonban képes enyhíteni a földrajzi meghatározottságon. A közlekedési rendszerek ún. mennyiségi mutatóival szemben (összes út, vasút, víziút) a vizsgálatok kimutatták a minőségi jellemzők vagyis az autópályák aránya, a villamosított és nagysebességű vasutak aránya, repülőterek kiépítettségének növekvő szerepét. E minőségi elemek fejlesztése dinamizálja legerőteljesebben az európai régiók fejlődését.

Erdősi Ferenc<sup>3</sup> a légi közlekedés és területi fejlődés kölcsönhatásainak vizsgálatakor kiemeli, hogy az új, innovatív termelési módok kibontakozásában a légi közlekedésnek jóval nagyobb a szerepe mint más közlekedési fajtáknak. Ezzel a regionális fejlődés összetevői között egyre rangosabb helyet foglal el.

A regionális versenyképesség vizsgálata az elmúlt időszakban a közgazdaságtan főáramába került.

Porter E. Michael<sup>4</sup> a globális vállalatok versenystratégiáit elemezve a lokális és regionális bázis növekvő szerepére hívta fel a figyelmet. A földrajzi, kulturális és intézményi feltételek (térbeli) sűrűsödése elősegíti az egyedi hozzáférést (elérhetőséget), az erőteljes motivációkat, a termelékenységi szint növelése szempontjából előnyöket nyújtó lehetőségeket, amelyek a távolság miatt csak helyben használhatók ki. A versenyképességet a tényezők széles köre befolyásolja, viszont a vizsgálatok szerint megadhatók a legfontosabb hatóerők [8]:

- gazdasági-társadalmi szerkezet, kohézió;
- innovációs kultúra és kapacitás;
- regionális elérhetőség;
- munkaerő felkészültsége;
- környezet minősége.

Az EU-s régiók fejlődési tapasztalatainak áttekintésekor Horváth Gyula<sup>5</sup> megállapította, hogy a fejlett piacgazdaságok légi közlekedése területileg tagolt, decentralizált rendszer, valamennyi országban megtalálhatók a másodlagos regionális légiközlekedési centrumok. Az egyes országok fővárosainak vagy gazdasági erőközpontjainak regionális ellenpontjaiban 100–500 ezer fős utasforgalmat bonyolító repülőterek épültek ki, amelyek átlag feletti forgalmonövekedést mutatnak.

<sup>3</sup> ERDŐSI Ferenc: Légi közlekedés és területi fejlődés. Tér és Társadalom 1999. XIII. évf. 4. szám.

<sup>4</sup> PORTER Michael E.: Clusters and the new Economics of Competition. Harvard Business Review, 1998. nov-dec. 77–90.o.

<sup>5</sup> HORVÁTH Gyula: Európai regionális politika. Dialog Campus Kiadó, Budapest, Pécs, 1998.

A magyar régiók versenyképességének fokozása előtt álló egyik lényeges akadály a regionális repülőterek hiánya. A magyar régiók e tekintetben nemcsak az EU-régiókkal, hanem a csatlakozásra váró szomszédos országok régióival is versenyben állnak (kiemelten Horvátország, Szlovénia). Ez a felismerés a közelmúltban szerveződött Regionális Fejlesztési Tanácsoknál illetve az általuk készített regionális fejlesztési programokban megjelenik. Ezen igény szintű jelzések ugyanakkor nem igazolódnak vissza az országos tervdokumentumokban, ami egyrészt a finanszírozási korlátokra, illetve a mélyebb szintű szakmai vizsgálatok és egyeztetések szükségességére hívja fel a figyelmet.

Magyar repülőterek nemzetközi forgalmi adatai régióként<sup>6</sup> 2. táblázat

Régió	Érkezett repülőgép		Érkezett utas	
	Db	Db/100 km <sup>2</sup>	Fő	Fő/1000 lakos
Közép-Magyarország	29.666	263,39	1.642.343	572,84
Közép-Dunántúl	0	0	0	0
Nyugat-Dunántúl	583	5,21	2.674	2,69
Dél-Dunántúl	328	2,31	804	0,81
Észak-Magyarország	0	0	0	0
Észak-Alföld	95	0,53	1.668	1,08
Dél-Aföld	10	0,05	32	0,02
Összesen:	30.682	32,98	1.647.521	162,55

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ERDŐSI Ferenc: Légi közlekedés és területi fejlődés. Tér és Társadalom 1999. XIII. évf. 4. szám.
- [2] PORTER Michael E.: Clusters and the new Economics of Competition. Harvard Business Review, 1998. nov-dec. 77–90.o.
- [3] HORVÁTH Gyula: Európai regionális politika. Dialog Campus Kiadó, Budapest, Pécs, 1998.
- [4] KHVM Közlekedés, Posta és Távközlés, Vizgazdálkodás adatai. Budapest, 1998.
- [5] KHVM Tisza víziút fejlesztési és szabályozása koncepció. Vízügy (tanulmány), 1998.
- [6] KHVM Közutak főbb adatai. Állami Közúti Műszaki és Információs Kht., Budapest, 1999.
- [7] KSH: Magyarország Régiói. KSH, Budapest, 1998.
- [8] LENGYEL Imre: A regionális versenyképességről. Közgazdasági Szemle, XLVII. évf. 2000. december 962–987. o.
- [9] ROHÁCS József: A regionális repülés fejlesztése előtt álló feladatok. Airports Hungary '90 c. konferencián, Budapest, 1990. december 12–14.
- [10] TÓTH Károly: Légi közlekedés '98. Európai Tükör műhelytanulmányok. Miniszterelnöki Hivatal Integrációs Stratégiai Munkacsoport kiadványa, Budapest, 1999. 52. Szám.
- [11] VERES Lajos: A közlekedési rendszerek fejlettségében megjelenő regionális egyenlőtlenségek Magyarországon. Előadás: A közlekedéspolitikai szerepe az ország területi fejlesztésében c. országos szakmai konferencián, Szolnok, 2000. május 17–18.

<sup>6</sup> Forrás (1996): KSH, ORFK adatainak továbbá a jelentősebb repülőterek közvetlen adatközlésének felhasználásával saját szerkesztés





## PRECÍZIÓS BOMBÁZÁS (Mítosz, valóság vagy reklámfogás?)

### TÖRTÉNELMI HÁTTÉR

A légi hadviselés gondolata szinte egyidős az emberiséggel. Minden korban voltak olyan szárnyaló fantáziával megáldott álmodozók, akik a madarak röptét tanulmányozva igyekeztek meghódítani az ember számára elérhetetlennek tűnő harmadik dimenziót. Mivel a hadszíntéren a hadműveletek a földhöz kötöttek voltak, átütő sikert jelenthetett volna a meglepetésszerű támadás a levegőből.

Mégis a kezdetleges repülőeszközök legelső alkalmazása nem a csapásmérés, hanem a harcéri felderítés volt. 1793-ban, Valenciennes várának védelmére alkalmazták először úgynevezett hadiléggömböt. Ennek szerepe csupán az ellenséges hadmozdulatok megfigyelése volt. Kezdetlegességük miatt ezek a léggömbök alkalmatlanok voltak nagyobb terhek hordozására, elsőként az 1870–1871-es porosz–francia háborúban alkalmazták postaküldemények szállítására.

A léghajó megjelenése jelentős fejlődést hozott a légi hadviselésben. Teherbírása jóval meghaladta a hagyományos léggömbökét, kormányozhatóságuk pedig jelentősen megnövelte bevethetőségüket. Az I. világháborúban a német hadvezetés csodafegyverként tekintett a Zeppelin-féle léghajókra, elsősorban hadászati felderítő és bombázó szerepet szántak neki. Csalódásként kellett azonban megélniük, hogy erre szinte egyáltalán nem került sor, mivel a hidrogén-töltőgáz robbanékonyasága miatt sok baleset következett be, illetve a korai repülőgépek megjelenése a kezdetleges légi harcokat kacsavadászáttá degradálta.

A merev szárnyú repülőgépek hadszíntéren való megjelenése nem volt automatikus. Már régóta léteztek megbízhatóan repülő gépek, de néhány katonai szakértő alkalmatlannak minősítette ezeket az új eszközöket a hadviselésre. Legfeljebb a légi felderítésben szántak nekik szerepet, de elképzelhetetlennek tartották azt, hogy valaha is lehet a repülőgépeknek harcászati vagy hadműveleti jelentőségük. Az I. világháború kitörésekor szinte minden akkori nagyhatalom jelentős számú repülőgéppel rendelkezett már, de ezeket nem lehetett polgári és katonai gépekre szétválasztani. Oroszország rendelkezett olyan géptípusokkal, a *Szikorszkij* tervezte *Ilja Muromec* és *Russzkije Vityazi* repülőgépekkel, amelyek négymotoros mivoltukból adódóan nagyobb terhek, például bombák szállítására is alkalmasak voltak.

A bombázások folyamata kezdetben a létező legegyszerűbb módon, kézi bombavetéssel történt, a pilóta a cél fölé repülve dobta le a gép bombaterhét. természetesen ez a módszer igen-igen pontatlan volt, és a nagyobb pontosság elérése érdekében a pilótáknak gyakran olyannyira alacsonyra kellett leereszkedniük, hogy sokszor saját testi épségüket veszélyeztették. A ballisztika fejlődésével azonban hamarosan olyan szerkezeteket építettek be a gépekbe, amelyek jóval nagyobb pontosság elérését tették lehetővé nagy magasságból is.

A II. világháború kitörésekor már jóval fejlettebb és jól specializált, feladat-orientált hadseregek álltak szemben egymással. Addigra már elkülönültek egymástól a vadászrepülőgépek, a bombázók és a felderítők. A célzóberendezések fejlesztése lehetővé tette egyes földi objektumok támadását, de a megfelelő pontosság eléréséhez nagy mennyiségű bombára és kiszámítható időjárásra volt szükség. A bombázó-repülőgépeken a bombázás folyamata szinte függetlenné vált a pilótától, akinek a feladata csupán a repülőgép célterületre való be- és onnan történő biztonságos kijuttatása volt. A gépeken önálló feladat volt a bombázás folyamatának irányítása, ami egy teljes embert igényelt. A bombateher megfelelő időben történő kioldásához magas szakmai tudásra volt szükség, sokszor egy támadás sikere múltott a megfelelően képzett személyzet hozzáértésén.

Ezek a bombák mind passzív, gravitációs bombák voltak. Ez azt jelentette, hogy a kioldásuk után nem volt lehetőség az irányításukra. Természetesen a kutatások abba az irányba is folytak a rombolóerő növelése mellett, ami a pontosság növelését tűzte ki célul.

## IRÁNYÍTOTT BOMBÁK

### **Kézi célzás**

Az I. világháború kézi bombavetései során hamar rájöttek, hogy a pontosság nagymértékben növelhető, ha a bombázást megelőzi a célzás folyamata. *Zsukovszkij* orosz hadmérnök volt az első, aki elméleti úton foglalkozott a bombavetéssel, és megalkotta az alapvető törvényszerűségeit.

### **Bombázás célzőkészülékkel**

A „bombatiszt” feladatának könnyítésére, a pontosság növelése érdekében speciális bombázó célzőkészüléket szerkesztettek. A ma már operátornak nevezett személy feladata ennek segítségével megállapítani a bombakioldás pontos idejét, figyelembe véve a külső körülményeket (a repülőgép sebessége, magassága, szélsősebesség és -irány). A bomba alakjának kialakítása során ügyelni kell arra, hogy a röppályán való haladása stabil, kiszámítható legyen. Sajnos azonban az

abszolút találati pontosság igen nehezen kivitelezhető volt, mivel a levegő hatása folyamatosan beleszólt a bomba mozgásába, befolyásolta annak pályáját.

### **Hagyományos bombatípusok**

A *rombolóbombák* az ellenség hátszágában található stratégiai fontossággal bíró objektumok elpusztítását, használhatatlanná tételét célozzák meg. E bombák tömegének jelentős részét teszi ki a robbanótöltet. A stabilizáló szárnyak lehetővé teszik a kioldott bomba számára a célba jutást. A rombolóbombák kalibere általában 100–5000 kg között van, de léteznek ettől nagyobb tömegűek is.

Léteznek olyan speciális rombolóbombák is, amelyeket fékernyővel láttak el. Ezeket kis magasságban alkalmazzák, és a fékernyő szerepe a bomba becsapódásának késleltetése a repülőgép védelmében. Ezek a *fékernyős rombolóbombák* elsősorban repeszbombák, és a földi telepítésű légvédelem a hordozót nem tudja biztonságosan megsemmisíteni az alacsony magasság miatt. Ezért előszeretettel alkalmazzák ezt a bomba típust az élőerő ellen. Ezek azonban a nagy fajlagos felület miatt inkább ki vannak téve az időjárás viszontagságainak, ami ronthatja a találati pontosságot.

Az előző két bombatípus találati pontossága nem túl jó, de nincs is igazán szerepe ennek a tényezőnek. Annál inkább követelmény ez az úgynevezett *páncél- és betontörő bombák* esetében. Ezeket elsősorban fontos ipari létesítmények, katonai irányító központok, páncélozott erők ellen vetik be. Különösen fontos a nagy találati valószínűség a relatíve kisméretű páncélosok elleni támadásban.

A nagy tömegű élőerő ellen előszeretettel alkalmaztak például a vietnami háború során úgynevezett *gyújtóbombákat*. Ezek olyan speciális anyagot tartalmaznak, amelyek szinte minden körülmény között égnek, megtapadva a felületen. Mivel tartalmazzák az égéshez szükséges oxigént, akár a víz alatt is képesek pusztítani. Védekezni ellenük nagyon nehéz, csak a légmentesen zárt bunker nyújthat védelmet. Az igen magas 600–1000 °C-os égési hőmérséklet azonnal súlyos pusztítást okoz.

### **A találati valószínűség javítása**

A katonai mérnökök már régóta próbálkoznak a bevetett bombák találati valószínűségének növelésével. Általános kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a nagy magasságban kioldott bombák egy, a cél körüli ellipszis alakú területen szóródnak. A pontos találat valószínűsége viszonylag kicsi, amit eleinte csupán a ledobott bombák mennyiségének növelésével lehetett kompenzálni. Ez azonban igen drága, ki kellett tehát találni néhány olyan technikai újdonásot, ami egyedi bombák esetében is megnöveli a találati pontosságot. Javult a bombázó repülőgépek célravezetésének pontossága, növekedett a célzókészülékek megbízhatósága. Minőségi változás következett be a bombák aerodinamikai tulajdonságai-

ban, a vezetészárnyak egyre stabilabb repülést biztosítottak. Továbbra sem lehetett azonban tökéletesen kiküszöbölni a légkör, a szél és a felhőzet zavaró hatásait. Példaként felhozható az a speciális eset, amikor egy nagy magasságban (10 000 m) kioldott bomba eljegesedése teljesen megváltoztathatja a kívánt röppályát. Azonban ugrásszerűen nőtt mindezekkel párhuzamosan a légvédelem hatékonysága is.

Mindezek a hatások együttesen azt eredményezték, hogy nem növekedett jelentősen a passzív, gravitációs elven működő bombák találati valószínűsége.

### **Irányítható bombák**

Az előbbi problémára a megoldást az *irányítható bombák* megjelenése jelentette. Míg a passzív, gravitációs bombák kioldás után egy olyan ballisztikus pályán mozognak, amit már nem lehet befolyásolni, az irányítható bombák olyan aktív-félaktív vezérlőrendszerrel rendelkeznek, ami szinte egész pályájuk alatt lehetővé teszi mozgásuk irányának megváltoztatását. Az első ilyen jellegű eszközök bevetésére első ízben az 1960-as évek közepén, a vietnami háborúban került sor.

Az első irányítható bombák *televíziós irányítású bombák* voltak. A bomba elejére szerelt televíziós kamera segítségével az operátor befogta a célt, majd rádióparancsok segítségével irányítva a kormánylapátokat célra vezette a bombát. A kezdetleges kamerák minőségi problémái miatt a bomba hatékonysága erősen függött az időjárási viszonyoktól.

Szintén ebben az időszakban jelentek meg az amerikai hadsereg által alkalmazott *lézerirányítású bombák* (1. ábra).



1. ábra. Lézerirányítású bomba

Ezek kezdetben úgynevezett passzív önirányítású bombák voltak, ami a következőt jelentette: a bomba elején a televíziós kamerát egy lézerfényre érzékeny vevőegység helyettesítette, és a megvilágító segédeszköz (repülőgép, helikopter, harckocsi) által megvilágított céltárgyról visszaverődő lézersugár adta meg a bomba által követendő röppályát. A kormánylapok ennek megfelelően lettek elekt-

ronikus úton vezérelve, de az időjárási viszonyok (köd, pára, por) kedvezőtlen volta esetén a lézerefény szóródása következtében ezek a bombák is lehettek igen pontatlannak. Ezeknek az eszközöknek az irányítási távolsága 10–12 km-re növekedett, míg a becsapódás várható céltartománya 1–1,5 m átmérőjűre zsugorodott ideális körülmények között.

A tapasztalt sikerek következményeként szinte minden fejlett ország rendszeresített ilyen jellegű támadóeszközöket a 70-es években. Ezek egyik legismertebb típusa az amerikai GBU–15 sikló bomba. A bomba irányítórendszere összetett: giroszkópos felfüggesztésű célfelderítő televíziós kamera vagy lézer célkoordinátor lehet a központi irányító egység. A röppálya elején és közepén rádió parancs-vezérléssel repül, míg az utolsó fázisban már félaktív lézer- vagy automata önirányítással halad. Ezen eszköz találati pontossága jelentősen nagyobb, mint a klasszikus bombáké, de még mindig nem teljesül az egy cél-egy bomba idealizált elképzelés. Továbbfolyt tehát a fejlesztés a még pontosabb bombák megalkotására.

## SEBÉSZETI PONTOSSÁG?

### Az Öböl-háború

A legutóbbi években rengeteg katonai híradás szólt arról, hogy nagyságrendekkel sikerült növelni a rombolóeszközök találati pontosságát. Köszönhető volt ez elsősorban a műholdas technológiák meghonosodásának a haditechnikában, illetve az amerikai kifejezéssel „cruise missile”-nak hívott, magyarul helyesen manőverező robotrepülőgépek és nem cirkáló rakétának elnevezett repülőeszközöknek. A GPS<sup>1</sup> katonai alkalmazása forradalmat jelentett a hadviselésben.

A Kuvait Irak általi lerohanását követően eszkalálódó, Öböl-háború néven elhíresült katonai konfliktus mérföldkövet jelentett a hadviselésben. Első ízben történt meg az a fegyveres küzdelemben, hogy egy katonai tevékenységet élőben, egyenesben láthattak az otthonaikban ülő televízió nézők. A CNN élő közvetítései révén az egész világ tanúja lehetett a szövetséges haderő sebészeti pontosságú hadműveleteinek, szinte minimális saját veszteséggel végrehajtott küldetéseinek. A híradások minimális polgári áldozatok melletti hatalmas katonai sikerekről számoltak be, és hatalmas média-nyilvánosságot kaptak a teljesen új, első alkalommal bevetett lopakodó (*stealth*) tulajdonsággal bíró F–117A Nighthawk típusú bombázó-repülőgépek. Ezek a radarok számára láthatatlannak titulált repülőgépek képezték az alapját az amerikai katonai hadműveleteknek. Azóta eltelt jó néhány év, és igen sok katonai szakértőben és laikusban fölmerültek a következő kérdések: „Vajon a teljes igazsá-

---

<sup>1</sup> Global Positioning System

got tudjuk-e az Öböl háború katonai hadműveleteiről? Tényleg olyan sebési pontossággal csapódtak be azok az „okos bombák”?”

Azóta nyilvánosságra került rengeteg új információ, amelyek azonban részben a források gyakori megbízhatatlansága miatt ellentmondani látszanak egymásnak. Az általam leírtakban igyekszem olyan adatokat és tényeket közölni, amelyekben általában egyetértés van a hozzáférhető információk között.

A lopakodó *F-117A* gépeknek (2. ábra) ez már a második bevetése volt. Egy évvel az Öböl-háború előtt Panamában már bevetették az új bombázókat, de azok akkor elvették a megjelölt célok túlnyomó többségét. A lehetséges hibákat nem publikálták, de mindenesetre sikerült azokat kiküszöbölni, hiszen az Irak elleni hadműveletekben már lényegesen hatékonyabban működtek.



2. ábra. *F-117A* Nighthawk típusú bombázó repülőgép

Fontos azonban itt megjegyezni egy lényeges dolgot: az Öböl-háború kitörésének tényleges okán a mai napig vitatkoznak a katonai és politikai szakértők. Felmerült a lehetséges okok között az olajpiac egyensúlyának visszaállítása, az amerikai érdekeltségek megvédése, a helyi erőegyensúly biztosítása. Vannak olyan vélemények, amelyek szerint a háború elsősorban amerikai hadipropaganda céljait szolgálta, piacot keresett a militarista cégeknek, illetve jó lehetőség volt arra, hogy elterelje a figyelmet az amerikai belpolitikai visszásságokról. Érdeemes elgondolkodni azon is, hogy vajon tényleg el akarták-e távolítani Szaddam Husszeint Irak éléről, hiszen minden hivatalosan beismert „kiiktatási kísérlet” kudarcot vallott. Ez igen nagy ellentétben van az ugyanakkor fennhangon hirdetett precíziós bombázással!

Nézzük sorban, milyen információk szivárogtak ki az Öböl-háború légi hadműveleteivel kapcsolatban. Természetesen itt csupán azokkal foglalkozom, amelyek kapcsolódnak az írás szűken vett témájához.

### ***Az F-117A lopakodó bombázók semmisítették meg az iraki légvédelmet***

Ez az állítás szinte teljes egészében téves! A háború korai szakaszában speciális kommandós egységek szivárogtak be az iraki területekre, és felrobbantották a hadműveleti zónához legközelebb eső légvédelmi ütegeket. Ezek után a szövetséges haderő Tornado és Jaguár típusú gépei mélyrepülésben bombázták a megmaradt állásokat. Ez magyarázza azt a tényt, hogy a veszteségek elsősorban ezeknél a típusoknál jelentkeztek, ellentétben az amerikaiak által előszeretettel hangoztatott „... a mi gépeink a legjobbak!” mítosszal. Tehát a lopakodók szinte légvédelem által alig zavartatva végezheték tevékenységüket. Természetesen a légvédelmi gépágyúkat nem lehetett teljesen kiiktatni, mivel azok nagy része mobil állásokon volt telepítve. A bombázó-repülőgépek szempontjából azonban ezek nem jelentettek komoly ellenállást, mivel azok csak és kizárólag éjszakai bevetésekben vettek részt, sárkányuk matt fekete festése miatt szinte észlelhetetlenek voltak. A bevezető oldalakon leírtak szellemében, ha a fejlett bombák célravezetését nem zavarja aktív hatékony légvédelem, igen jó találati pontosság érhető el. Ez történt az Irak elleni hadműveletek során is. A háború 43 napja alatt összesen 244 lézer irányítású „okos bombát” dobtak le bagdadi célpontokra, ami összesen 301 bevetés során történt. Ezek közül 213 volt tényleges találat, 31 bomba elhibázta a célt, 96 esetben nem sikerült kioldani a bombáit különböző technikai, időjárás- és egyéb okok miatt. Megfigyelhető, milyen nagy az aránya a célt tévesztett és ki nem oldott bombáknak. Ez lenne a precíziós bombázás? Természetesen nem. Tévedés lenne azonban csupán ezek alapján megítélni ezt a kérdést. Ott van ugyanis a 213 sikeres találat, amelyek ténylegesen sebészi pontossággal ott következtek be, ahol tervezve voltak. Mi sem bizonyítja jobban a rossz tapasztalatok kiküszöbölését, minthogy a balkáni háborúban már lényegesen javultak a hasonló jellegű mutatók, és alig néhány olyan incidens fordult elő, amelyekben téves helyen csapódtak be a bombák (*kínai nagykövetség, polgári menekült-konvoj elleni téves támadás*).

### ***Ez a háború az „okos bombák” háborúja volt***

Hatalmas tévedés! A nyilvánosságra került adatok alapján a következő bombatáblázat vázolható a háború során bevetett bombákról:

- 2095 HARM rakéta;
- 217 Walleye rakéta;
- 5276 irányítható tankelhárító rakéta;



- 44 922 repeszbomba és rakéta;
- 136 755 hagyományos bomba;
- 4077 irányítható bomba.

Ezek a számok még egyáltalán nem arról tanúskodnak, hogy 1991-ben bekövetkezett az irányítható, precíziós bombák korszaka.

Megismerhettük az USA okos bombáinak arzenálját:

- az AGM 130, elektro-optikai vagy infravörös irányítású kb. 1 tonnás bomba;
- a GBU–10 Paveway I lézer irányítású kb. 900 kg-os bomba;
- a GBU–11 Paveway II lézer irányítású kb. 900 kg-os bomba, szinte kizárólagosan az *F–117A* számára kifejlesztve;
- a GBU–12 Paveway II lézeres irányítású kb. 225 kg-os tankelhárító bomba;
- a GBU–24 Paveway III lézeres irányítású kb. 900 kg-os bomba, elsősorban nagy méretű fontos földi objektumok elleni támadásra kifejlesztve;
- a GBU–27 Paveway III lézer irányítású kb. 900 kg-os bomba, szinte kizárólagosan az *F–117A* számára kifejlesztve fontos földi objektumok elpusztítására;
- a GBU–28 Paveway III lézeres irányítású kb. 2130 kg-os bomba megerősített bunkerek elpusztítására.

### ***Az „okos bombák” még mindig nem függetlenek az időjárástól!***

Ez volt az egyik legfontosabb tanulsága az Öböl-háborúnak katonai szempontból. Dacára a méregdrága fejlesztéseknek és előállítási költségeknek még mindig igen fontos tényezője a bombázás hatékonyságának az időjárás. Mindeztől még nem sikerült olyan irányítási módot találni, amely lehetővé tehetné a precíziós bombázást minden körülmények között<sup>2</sup>.

### ***A bombázások túlnyomó többségét a hagyományos B–52 bombázók hajtották végre!***

Tény, hogy a nagy médianyilvánosság, sztárolás ellenére nem a *Nighthawk* volt a legfontosabb bombázó-repülőgép a háborúban, hanem a nyugdíjazás előtt álló *B–52* bombázók. A harcok első napjától az utolsóig folyamatosan bevetésben voltak, az összes ledobott bombák 30%-át ezek a gépek hordozták. Az óriásbombázók részt vettek olyan bevetésekben is, amelyek során gyakorlatilag szőnyegbombázás történt. Ez igen messze áll a precíziós bombázás elvétől. Mindez sérti ugyan a Genfi Egyezmény 51. cikkelyét, de a precíziós bombák vártnál kisebb hatékonysága megkövetelte e fegyverek és eljárások alkalmazását. A George Bush által „fantasztikusan pontos” jelzővel illetett bombázások szöges ellentétben állnak azokkal a független megfigyelők által nyilvánosságra hozott tényekkel, amelyek szerint bizonyos területeken módszeresen kiirtották a katonai és civil telepeket.

---

<sup>2</sup> All Weather Precision Bombing  
120

## A Jugoszlávia elleni hadműveletek

1999. március 24-én este kezdetét vette a NATO első önálló katonai akciója. Az első bevetésben az amerikai *Whiteman légibázisról* folszállt, folyamatosan, légi utántöltéssel repülő *B-2A Spirit* gépek, és az angliai *Fairford* bázisról indult *B-52H* stratégiai nehézbombázók vettek részt.

Bevetésük során manőverező robotrepülőgépeket (*AGM-86C CALCM*) indítottak az adriai térségből, majd a lopakodó bombázók visszatértek bázisukra. A második hullámban, az első befejezésétől számított mintegy másfél órán belül már csak a *B-52H* bombázók vettek részt, ezúttal Dél-Magyarország légtéréből indítva 27 robotrepülőgépet. Ezzel párhuzamosan a földközi-tengeri flottacsoportosítás hajóiról és tengeralattjáróiról szintén manőverező robotrepülőgépek (*RGM/UGM-109D Tomahawk*) indultak bevetésre Belgrád és Pristina térségébe.

A történelemben ez volt az első alkalom, hogy egyszerre tevékenykedtek egy hadszíntéren a régmúlt (*B-52H*), a közelmúlt (*B-1B*) és a jövő (*B-2A*) nehézbombázói. A *Spirit* bombázók mintegy 500 *GBU-31 JDAM*<sup>3</sup> eszközt vetettek be, ami nagyjából 11%-a volt az összes bevetett hadianyagnak. Az előbbi fegyverek lényegében az Öböl-háborúban már alkalmazott hasonló jellegű bombák továbbfejlesztett változatai, amelyek irányítási rendszerei továbbtökéletesedtek a *GPS* navigációs egységek beépítésével.



3. ábra. B-2A Spirit nehézbombázó

<sup>3</sup> Joint Direct Attack Munition — egységes irányítású támadó hadianyag.

E hadműveletek során szinte kizárólagosan precíziós bombákat alkalmaztak a földi telepítésű eszközök, építmények ellen, és azok szemben az Öböl-háborúban tapasztaltakkal ezúttal már elég meggyőző módon bizonyították létjogosultságukat. Egy svájci haditechnikai folyóirat szerint „A bombázó repülőgépek a háború során bizonyították — a javított technikai lehetőségek alapján —, hogy a nagy tömegű felszíni és pontcélok leküzdhetők nagyobb, a cél környezetében található egyéb létesítményekben okozott kár nélkül is.” Ismételten bevetették az Öböl-háború után az elektromos hálózatot megbénító úgynevezett „*grafitbomba*” is. Még mindig voltak, de szerencsére csupán kis számban olyan esetek, amikor az irányítható bomba is képes volt célt téveszteni. Ezt részben az igen változó domborzati viszonyokkal, illetve a kiszámíthatatlan időjárással magyarázták. Kevésbé hihető magyarázatot is hallhattunk, gondoljunk csak a „rossz térkép” mesére a kínai nagykövetség elleni szerencsétlen támadás kapcsán.

## ÖSSZEGZÉS

Megkísérlem néhány mondatban összefoglalni, nekem milyen tanulságokkal szolgált a közelmúlt két helyinek nevezhető katonai konfliktusa, az Öböl-háború és a Balkán-háború.

Elsőként el kell ismerni, hogy gyökeres változások következtek, következnek be a hadműveletekben. Úton vagyunk egy talán humánusabb (már amennyiben egy háború humánusnak nevezhető...), „halott nélküli” háború felé. Ez két megközelítési módot jelenthet:

- saját emberveszteségek szinte elhanyagolhatóak;
- az ellenség civil lakossága kevéssé válik áldozattá.

Ez utóbbi felé tesznek a hadseregek jelentős lépést az „okos bombák” kifejlesztésével és alkalmazásával. Emlékezzünk azonban arra, hogy a precíziós bombázás nem attól lesz precíziós, hogy mi annak nevezzük. Az Öböl-háború nagyon sok tanulsággal szolgált mind az amerikai katonai vezetés, mind pedig a politikai elit számára abból a szempontból, hogy a média nyilvánossága nemcsak hasznos lehet, hanem bizonyos esetekben visszafelé is elsülhet. A jelenlévő újságírók által leírtak nem mindig egyeztek meg a hivatalos amerikai katonai kommentárokkal, és az átlagember is kételkedővé vált, nemcsak a Kongresszus. Véleményem szerint a precíziós fegyverek további fejlesztésére és a konvencionális bombák lecserélésére jó hatással voltak azok az eredmények, amelyeket ezek az eszközök a Jugoszlávia elleni hadműveletek során bizonyítottak.

Az új típusú, itt először bevetett lopakodó stratégiai bombázók pedig részben bizonyították szükségességüket és hatékonyságukat, hiszen a jugoszláv honi légvédelem hatósugarán kívül tevékenykedve képesek voltak sebészi pontossággal célba juttatni bombaterhüket.

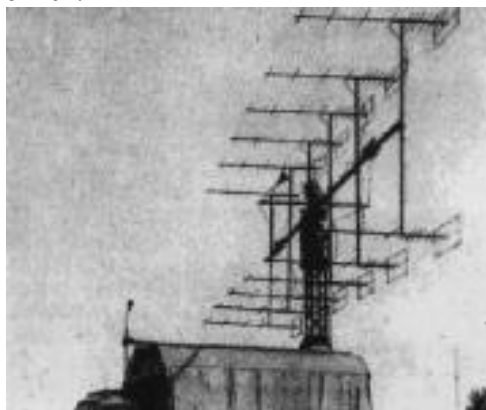
Van azonban egy olyan probléma, amire még a mai napig nem született megfelelő technikai megoldás, és ez továbbra is hátráltatja az igazán precíz bombázás megvalósítását. Az időjárási körülmények óriási befolyással vannak a katonai műveletekre, és ez jelentősen segítette a szerb légvédelmet a passzív ellenintézkedések megtételében. Rossz idő, például köd esetén nem szálltak föl ugyanis a bombázógépek, így lehetőségük volt áttelepíteni más, jól őrzött helyre a mobil légvédelmi rakétaegységeiket. Ezzel folyamatos veszélyt tudtak teremteni a légtérben járőröző elfogó vadászoknak, és emiatt félt az amerikai hadvezetés bevetni a drága *Apache* helikoptereket.

Mindkét háború felelevenített egy már korábban is létező és máig megoldatlan problémát, ami a két világháborúban is létezett. A felderítés nem tudja hatékonyan és biztosan megkülönböztetni a makett és az igazi tereptárgyakat, harcjárműveket. Mindkét hadművelet során jelentős mennyiségű drága fegyverrendszert vetettek be papír, fa, műanyag „ellenség” ellen. Ez megnehezíti a statisztikusok dolgát is, és hamis képet ad a tényleges erőegyensúlyról. Sok gondot okoztak a szerb gyártású, fémbevonattal ellátott, fából készült *MIG-21*, *MIG-29* és harckocsi-makettek.

Van tehát legalább két jelentős probléma a hadmérnökök előtt, aminek megoldása létfontosságú a drága rendszerek elterjedése szempontjából. A világ kormányai ugyanis nem szívesen ölnek hatalmas pénzeszközöket olyan méregdrága fegyverrendszerekbe, amelyek ilyen könnyen átverhetők, és még mindig ennyire függenek az időjárástól.

Még egy, a témához csak áttételesen kapcsolódó megjegyzésem van. A szerb légvédelem sikeresen lelőtt egy *F-117A* típusú, lopakodó repülőgépet klasszikus módon felderítve, bemérve. Ezek szerint a híres lopakodó technológia sem sebezhetetlen, csupán elő kell venni a korábban nagyrészt kiselejtezett, méteres hullámtartományban működő légvédelmi radarokat, és íme, látható lesz a korábban láthatatlannak hitt is.

A *P-12 (Spoon Rest)* rádiólokátor (4. ábra) már bizonyított, feladva a leckét az amerikai mérnököknek.



4. ábra. *P-12 Spoon Rest* rádiólokátor

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] SZENTESI György szerk.: Arzenál '83. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1983.
- [2] VENICZ-DR., JAKUS-MÁTHÉ.: A NATO légi támadó hadművelete Jugoszlávia ellen. Budapest, 2000.
- [3] WALKER, Paul: U. S. Bombing. The myth of surgical bombing in the Gulf War. <http://deoxy.org/wc/wc-myth.htm>
- [4] ARKIN, William N.: Baghdad. The urban sanctuary in Desert Storm.
- [5] CORDESMAN, Anthony H.: There's no such thing as precision bombing. The New York Times, 1998. December 18.
- [6] Operation Desert Storm. <http://www.desert-storm.com/War/>.
- [7] Final Report to the Prosecutor by the Committee Established to Review the NATO Bombing Campaign Against the Federal Republic of Yugoslavia.

## **A REPÜLŐTEREK TALAJVÉDELME ÉS AZ EDDIG OKOZOTT KÖRNYEZETI KÁROK FELSZÁMOLÁSÁNAK MÓDSZEREI**

A világ hadseregei az egyik legnagyobb környezetszennyezők a Földön. A repülőtereken a talaj szénhidrogénnel való szennyezése a legjellemzőbb. Ez leginkább a repülőgép-állóhelyek, (különösen a hajtóművező helyen), javítóműhelyek, és üzemanyag-tárolók térségében jelentkezik. A szennyeződésektől a termőföldeket védeni kell, viszont ha a szennyeződés már bekövetkezett, akkor azok mentesítését kell végrehajtani.

### **A MENTESÍTÉSI TECHNOLÓGIÁT ELDÖNTŐ TÉNYEZŐK**

Az olajmentesítési technológia kiválasztása során figyelembe kell venni az adott olajféleség fizikai-kémiai tulajdonságait, hogy a nyersolaj- és az ásványolaj-termékek több-kevesebb vegyület keverékéből állnak valamint azt, hogy pl.: a benzín és a kerozin a levegőn könnyen párolog, míg a gépolajok csak minimálisan párolognak. A különböző ásványolaj-termékek viszkozitása is különböző, ennek következtében a föld felszínén különböző sebességgel terjednek szét, és különböző sebességgel hatolnak a talajba.

A viszkozitás függ a hőmérséklettől, vagyis a folyadékok melegen hígabban folynak, mint alacsonyabb hőmérsékleten. Ezen kívül az ásványolaj-termékek viszkozitása a kristályosodásra hajlamos vegyülettartalmuktól is függ.

A nyersolaj-féleségek kémiai összetételüktől függően különféleképpen oldódnak vízben. Az aromás vegyületek oldódnak legjobban, diolefinok kevésbé, a naftének még kevésbé és a parafinok legkevésbé. Az olajszennyeződés talajban történő mozgásánál különbséget kell tenni az olajnak, mint cseppfolyós fázisnak szétterülése és a vízben oldott olaj mozgása között. Mivel, az oldott anyagok a szivárgó vízzel és a talajvízzel együtt vándorolnak, ellentétben az olajjal, amely a laza közetekben, talajokban összefüggő olajtestet képez.

A talajra kiömlött olaj viszonylag rövid idő után az úgynevezett kapilláris zónában halmozódik fel, ahol évekig megmaradhat, és így az, további talajvíz-

szennyezés forrása lehet. Az olaj a vízben való oldódás során káros vízszennyezést is okoz, még hozzá:

- közvetlenül az olajtest tömegéből;
- a szivárgási zónában adszorbeált olajból;
- és végül a könnyű párlatok tenziója következtében olajpárából történő kioldás során.

Ezen kívül figyelembe kell venni:

- a talajvízszint mélységét, a szint ingadozását, és uralkodó áramlási irányát;
- a környezetvédelmi és egészségügyi követelményeket és az időtényezőt is, amely egyaránt összefügg a beavatkozás sürgősségével és a technológia időigényével;
- valamint a mentesítendő területnek és az azokon lévő létesítményeknek a kárelhárítási tevékenységek ideje alatt is el kell-e látni eredeti funkciójukat (pl.: repülőtér).

## LOKALIZÁCIÓS ELJÁRÁSOK

A szennyezett talaj mentesítése során, első közbenső cél lehet a szennyezés továbbterjedésének megakadályozása, az ún. lokalizáció. A lokalizációs eljárások közül megkülönböztetjük:

- a horizontális árnyékolást;
- és a vertikális árnyékolást.

### **Horizontális árnyékolások**

#### *Felszíni takarás*

Ezt a megoldást akkor alkalmazzuk, ha meg akarjuk akadályozni, hogy a gravitáció hatására lassan lefelé húzódó olajtest érintkezzék a talajban szivárgó vízzel vagy, ha az olajtest lehúzódása illetve mesterséges eltávolítása után el akarjuk kerülni, hogy a leszivárgó csapadékvíz „mobilizálja” az oldható alkotóelemeket. A felületi takarás legegyszerűbb módja a műanyag fólia vagy műanyag lap alkalmazása. Tartósabb és biztonságosabb megoldás az összefüggő bitumen felület kialakítása, azonban agyag vagy bentonit réteg olcsóbban ellátja ugyan ezt a funkciót. Végleges megoldásként a betonréteg is számításba jöhet, azonban ilyenkor a dilatációs hézagok vízmentes fugázását is biztosítani kell.

Persze számításba jöhet a többrétegű szigetelés is amely a fentiek kombinációját jelenti.

### **Szennyeződés alatti árnyékolás**

Ez akkor alkalmazható, ha az olajlencse olajat át nem eresztő réteg felett megáll, ilyenkor biztonságból talptömörítés szükséges megfelelő gél injektálásával.

### **Vertikális árnyékolás**

Ezt a módszert abban az esetben alkalmazzuk, ha a szennyeződést körül akarjuk határolni, és így az oldal irányú mozgását akarjuk megakadályozni. Ilyenkor mesterséges falakat építünk, amelyeket vagy a talajvízszint legalacsonyabb szintje alá helyezünk el merülő falként (ezt nevezzük kötényfalnak) az olajlencse vándorlásának megakadályozására, vagy a fekéig alakítjuk ki, hogy az oldott anyagok se vándorolhassanak el.

## **TALAJSZENNYEZÉSI KÁROK ELHÁRÍTÁSA**

Korábban a szennyezett talajokat kitermelték és megfelelően kialakított lerakóhelyekre szállították ez, azonban a veszélyes hulladéklerakók szűk kapacitását jelentősen megterheli és a szállítási költségek is tetemesek.

A szennyezett talajok tisztítására kifejlesztett eljárások alapvetően két csoportba sorolhatók aszerint, hogy azt a helyszínen:

- a talaj kitermelése nélkül<sup>1</sup>;
- vagy a talaj kitermelésével és a kezelést követő visszajuttatásával<sup>2</sup> végzik.

A szennyezéseket helyben, a talaj kiemelése nélkül eltávolító vagy átalakító eljárások előnye, hogy teljes mértékben kizárják a szennyezett talajokban lévő veszélyes anyagok által a kitermelés, szállítás és kezelés során esetlegesen keletkező környezeti és egészségügyi kár kockázatát.

Az ilyen eljárások alkalmazhatóságának legfontosabb feltételei a jó áteresztőképesség és a szennyező anyag homogén eloszlása.

### **A talaj kitermelése nélküli talajtisztítási eljárások**

Az in situ talajtisztítási eljárások eddig:

- az átlevégőztetési;
- az olaj és vízfázis-elválasztó eljárási;
- és a vízfázistisztító eljárási módszereket alkalmazták.

---

<sup>1</sup> in situ

<sup>2</sup> ex situ



## **Átlevegőztetés**

Az átlevégőztetési eljárás a talajvíz feletti zónában lévő könnyen illó oldószerek eltávolítására használható előnyösen. A szennyezett talajba injektáló csövekkel meleg levegőt vezetnek, amely a talajon keresztül jól elosztva átáramlik. A szennyezett levegőt elszívó csövekkel távolítják el, s a felszínen aktív szenes adszorpcióval megtisztítják. A levegő mozgását szívó-nyomó ventillátoregységek végzik. Egyszerűbb, kisebb teljesítményű változat a vákuumkutas módszer, ahol levegő-bevezetést nem alkalmaznak, csak elszívást. A bevezető- és szívó-csöveket mélyebb talajvízszint esetén függőlegesen, magasabb talajvízszintnél vízszintesen telepítik.

## **Olaj- és vízfázis-elválasztó eljárás**

Abban az esetben alkalmazzák, ha az olajlencse a talajvízszinten helyezkedik el. Egy központi kútból kétszivattyús módszerrel nyerik ki a vizes olajat. Ezután olajleválasztóval különítik el az olajat és a vizet. Ez az olaj ezután felhasználható. A vizet bioreaktorban tisztítják, majd a már megtisztított vizet nyelőárok és nyelőkútsor segítségével visszajuttatják a talajba. A bioreaktorból kikerülő levegőt szűrők (bioszűrő, aktív szénszűrő) segítségével tisztítják meg.

## **Vízfázistisztító eljárás**

Ha a talajvízben csak oldott szénhidrogén-szennyezés található, akkor alkalmazzák a vízfázistisztító eljárást. Az eljárás során a szennyezett talajvíz nyugalmi szintje alá szívókutat és nyelőkútsort telepítenek. A szívókút segítségével kitermelt szennyezett talajvizet egy Fe/Mn leválasztón, és egy bioreaktoron áramoltatják keresztül. A bioreaktorból távozó vizet különböző vegyszerek hozzáadása után a nyelőkútsor segítségével visszatáplálják a talajba.

## **Talajtisztítási eljárások a talaj kitermelésével**

Ezek a módszerek a talajból a szennyeződések helyben, de a talaj kiemelését követően fizikai, kémiai és biológiai úton távolítják, el vagy alakítják át.

Az eljárási módszerek kiválasztása tekintetében rugalmasabb lehetőséget biztosítanak, és kevésbé érzékenyek a talaj áteresztő-képességére és homogenitására valamint a szennyezők talajbani eloszlásának egyenletességére.

Az ex situ talajtisztítási eljárások:

- a termikus;
- a talajmosási (extrakciós);
- a biológiai lebontási;
- és szilárdítási módszereket alkalmaznak.

### ***Termikus eljárások***

A berendezéseket hőcserélővel, füstgáz- és szükség esetén szennyvíztisztítóval látják el. Az eljárással aromás és klórozott szénhidrogénekkal, poliklórozott, bifenilekkel, dioxinokkal és nehézfémekkel szennyezett talajok tisztíthatók. Az eljárás költséges és komoly hátránya, hogy a teljesen kiégett talaj halott.

### **A termikus lebontás technológiai**

A termikus lebontás technológiai a következők:

- alacsony hőmérsékletű termikus lebontás — a szennyezett talajt az eljárás során 93–315 °C közötti hőmérsékleten hevítik, hogy a víz, illetve az illékony szerves szennyezők elpárologjanak. Az elpárolgó gőzt és gázokat tisztítják;
- magas hőmérsékletű termikus lebontás — a szennyezett talajt az eljárás során 315–338 °C között hevítik, hogy a víz és az illékony szerves szennyezők elpárologjanak. Az elpárolgó gőzt és gázokat tisztítják;
- égetés — a szennyezett talajt az eljárás során 871–1204 °C hőmérsékleten, oxigén bejuttatása mellett égetik. Ennek során a szerves szennyezők vagy elpárolognak, vagy elégnek, a víz pedig elpárolog;
- pirolízis — oxigénmentes hevítés, az eljárás során a szerves szennyező anyagok kémiai lebontása következik be. A szerves anyagok egy része gázneművé, más része szén- és hamuvá válik.

### ***Talajmosási eljárások***

A talajmosási eljárásokban mosófolyadékként vizet, víz és vegyszer keverékét, szerves oldószereket használnak az olajjal szennyezett talajok extrahálására. A mosófolyadékot a szennyezőktől megtisztítás után visszajuttatják a talajba. A kezelt talajban mosófolyadék maradhat, egyes talajalkotók is kimosódhatnak, így a talaj tulajdonságai megváltozhatnak.

### ***Biológiai lebontási eljárások***

A biológiai lebontási eljárások olajszenyezések, aromás szénhidrogének és fenolok eltávolítására használatosak. Előnyük a kis energiaszükséglet és kezelési költség, de csak kisebb szennyezőanyag-koncentrációnál alkalmazhatók. A biológiai lebontási eljárások közül az egyik leggyakrabban alkalmazott eljárás az úgynevezett „Landfarming” eljárás mely a felszíni szerves szennyezések esetén használható, és gyakorlatilag a talaj lazítását jelenti, általában szántással. A talaj lazítása során oxigén jut a talajba, illetve az illékony szénhidrogének könnyebben elpárolognak, Esetenként a lebontási folyamatok meggyorsítása érdekében plusz tápanyagot (N, P, K) is bevisznek a talajba.

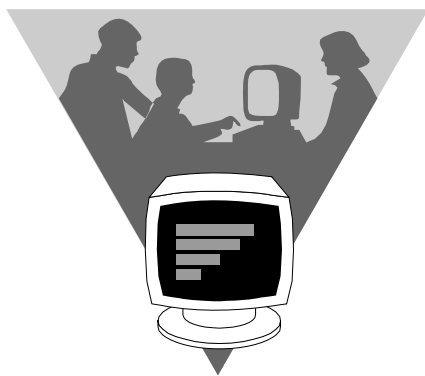
### **Szilárdítási eljárások**

A szilárdítási eljárásoknál rögzítő anyagokat kevernek a talajba, amely ezután régi helyére visszatehető. Hátrányos, hogy a rögzítéssel a talajmennyiség növekszik.

A talajtisztítási módszerek e rövid áttekintése és a mentesítési technológia kiválasztását meghatározó tényezők figyelembevételénél könnyen belátható, hogy hazánk repterein milyen megelőző és mentesítő eljárásokat célszerű alkalmazni. A szennyezés elkerülése érdekében vagy a már meglévő szennyeződés továbbterjedésének megakadályozása miatt célszerű alkalmazni a különböző lokalizációs eljárásokat, és a már esetlegesen meglévő szennyeződések eltávolítása során főleg in situ eljárások alkalmazását tartom megfontolandónak, mivel a repülőtereknek a mentesítési eljárás folyamán is el kell tudni látniuk eredeti funkciójukat.

### **FELHASZNÁLT IRODALOM**

- [1] DR. HORVÁTH ZSOLT–DR. ENDRÉDY ISTVÁN: Talajvédelem. Katonai Környezetvédelmi Füzetek 3. ZMNE, Katonai Környezetbiztonsági Központ, Budapest, 1997.
- [2] DR. KEREK IMRE–JUHÁSZ GÉZA: Környezetvédelmi Kisenciklopédia. Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 1989.
- [3] MOSER MIKLÓS—PÁLMAI GYÖRGY: A környezetvédelem alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.



## **MŰSZAKI TUDOMÁNYI ROVAT**

Rovatvezető: Dr. Gedeon József  
Rovatszerkesztők: Dr. Szabó László  
Dr. Szabolcsi Róbert  
Vörös Miklós  
Timár Szilárd



## **A MEGBÍZHATÓSÁG-ELMÉLET ÉS ANNAK GYAKORLATI ALKALMAZÁSA A MEGHIBÁSODÁSOK VALÓSZÍNŰSÉGÉRE**

A műszaki üzemeltetés célja a repülőgép, mint szerkezet megbízhatóságának a betervezett szinten tartása a karbantartás és javítás módszereivel, az esetleges meghibásodások gyors feltárásával és elhárításával.

Megbízhatóságnak nevezzük a légi jármű szerkezetének (rendszerének, berendezésének, elemének vagy akár az egész üzemeltetés rendszerének) azon tulajdonságát, hogy előírt funkcióit teljesíti, miközben meghatározott üzemeltetési mutatók értékeit az üzemeltetés, a műszaki karbantartás, a javítás, a tárolás és a szállítás előre megadott üzemmódjai feltételeinek megfelelő, előírt határok között az időben megőrzi. A megbízhatóság összetett tulajdonság, magába foglalja a hibamentességet, a tartósságot, a meghibásodások elleni érzéketlenséget, a karbantarthatóságot, a javíthatóságot, a tárolhatóságot stb.

A megbízhatóság-elmélet alkalmazása a mérnök-műszaki biztosítás minősítését meghatározó mutatószám-rendszer kialakításához szükségessé teszi az alapvető meghatározások ismertetését, a főbb, alkalmazott képletek indoklását.

A meghibásodások jellegétől, a tervezési, a gyártási-üzemeltetési sajátosságoktól függően a meghibásodott elem, rendszer vagy az egész repülőgép üzemképes állapota vagy javítható, vagy nem.

## **A NEM JAVÍTHATÓ BERENDEZÉSEK MEGBÍZHATÓSÁGA**

A nem javítható berendezések csak az első meghibásodásig működnek, ezután technikai vagy gazdasági okból kikerülnek a további üzemeltetésből. (Ezek általában pl.: izzók, szelepek, szűrők stb.)

Az üzemeltetés során a berendezések meghibásodhatnak, azonban a nem javítható berendezés csak egyszer hibásodhat meg. A meghibásodás bekövetkezésének ideje, ami azonos a hibamentes működés idejével több tényezőtől függhet és így véletlenszerű.

A nem javítható berendezések megbízhatósági jellemzői különbözőek, ezek a berendezés hibamentes működése véletlenszerű időtartamát jellemző paraméterek, meghatározott körülmények között.

A hibamentes működés valószínűsége adott „t” időtartam alatt nem más, mint annak valószínűsége, hogy a „T” időtartam, ami a berendezés hibamentes működésének időtartama, nagyobb ennél a „t” előre megadott időtartamnál

$$P(t) = P(T > t) \quad (1)$$

A meghibásodás bekövetkezésének valószínűsége megadott „t” időtartam alatt annak valószínűsége, hogy a hibamentes működés „T” időtartama kisebb mint „t”

$$Q(t) = Q(T < t) \quad (2)$$

A fenti meghatározásnak megfelelően  $Q(t)$  berendezés hibamentes működési időtartamának, vagyis a meghibásodás bekövetkezési idejének eloszlásfüggvénye. Tehát a  $P(t)$  és  $Q(t)$  a berendezés „t” működési idejét jellemző időfüggvények, ezeket tartalmuknak megfelelően megbízhatósági és megbízhatatlansági függvényeknek nevezzük.

Látható, hogy a meghibásodás és a hibamentes működés egymással ellentétes, komplementer események, ezért

$$P(t) + Q(t) = 1 \quad (3)$$

A berendezés hibamentes működési ideje eloszlásának sűrűség függvénye (meghibásodási valószínűség sűrűsége), a meghibásodások valószínűségének idő szerinti differenciálhányadosa

$$f(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = - \frac{dP(t)}{dt} \quad (4)$$

A meghibásodások intenzitása vagy rátája az eloszlások sűrűségének és a hibamentes működés valószínűségének hányadosa:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} \quad (5)$$

Vizsgáljuk meg az eloszlások sűrűsége és a meghibásodások intenzitása összefüggését. Ennek érdekében az (5) egyenlet mindkét oldalát megszorozzuk  $P(t) dt$ -vel:

$$P(t) \lambda(t) dt = f(t) dt \quad (6)$$

innen a (4) egyenlet alapján

$$P(t) \lambda(t) dt = dQ(t) \quad (7)$$

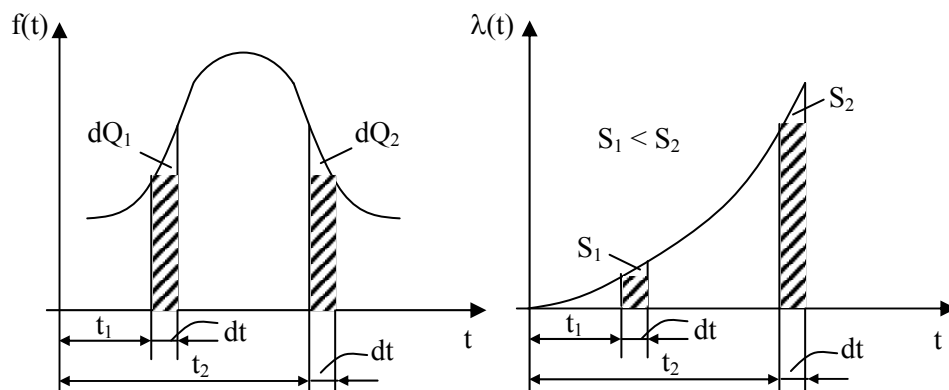
A kapott egyenlet jobb oldala a (4) egyenlet alapján nem más, mint a meghibásodások valószínűsége  $f(t)dt = dQ(t)$  a „ $t, t+ dt$ ” időintervallumban.

Annak érdekében tehát, hogy a berendezés a fenti időintervallumban hibásodjon meg, hibamentesen kell működjön a „ $t$ ” időszak alatt, ami megelőzi a „ $dt$ ” időtartamot.

A valószínűségek szorzási szabályának megfelelően  $dQ(t)$  egyenlő két valószínűség szorzatával. Vagyis a fenti egyenlet bal oldala  $P(t)$ , ami a hibamentes működés valószínűsége a „ $t$ ” időtartam alatt és a meghibásodás feltételes valószínűsége  $\lambda(t)dt$  szorzata a  $(t, t+ dt)$  intervallum alatt.

Ennek alapján  $f(t)dt$  a meghibásodás bekövetkezésének feltétel nélküli valószínűsége a  $(t, t+ dt)$  időtartam alatt. Azon feltétel mellett, hogy hibamentesen működött a „ $t$ ” alatt.

$\lambda(t)dt$  a meghibásodás feltételes valószínűsége ugyanebben az intervallumban, olyan feltétellel, hogy az intervallum erejéig a berendezés hibátlanul működik.



1. ábra.

Vizsgáljuk meg a szimmetrikus eloszlás sűrűségfüggvényét és a meghibásodások intenzitását ugyanannál a berendezésnél. Az időtengelyen kiválasztunk két azonos  $(t, t+ dt)$  intervallumot úgy, hogy a sűrűségfüggvény alatti területük azonos legyen. A területeket a görbe, az időtengely és a kijelölt pontokban húzott merőlegesek határolják. Ezek a területek számszerűleg az időintervallum alatt bekövetkező meghibásodások valószínűségével egyenlőek.

$$dQ_1 = dQ_2 \quad (8)$$

Mivel a fenti valószínűségek egyenlőek, a működés megkezdése előtt „ $t=0$ -nál” előre becsülhető, hogy a berendezések egyforma valószínűséggel fognak meghibásodni mindkét  $(t_1, t_1 + dt; t_2, t_2 + dt)$  időintervallumban.



A működés során a berendezések egy része meghibásodik. Azok a berendezések, melyek működőképesek maradnak a „ $t_1$ ” és a „ $t_2$ ” időpontokig elmondhatjuk, hogy meghibásodásuk valószínűsége a  $(t_1, t_1 + dt)$  illetve a  $(t_2, t_2 + dt)$  működési időket összehasonlítva, a „ $t_1$ ” működési idő után sokkal kisebb, mint a „ $t_2$ ” után. Ezt jól mutatja a meghibásodások intenzitásának változása a működési idő függvényében  $S_1 < S_2$ , az 1. ábra alapján.

A fentiek alapján megkülönböztetünk feltétel nélküli meghibásodási valószínűséget bizonyos intervallumon belül és feltételest, ami akkor következik be, ha ezen időpont előtt a meghibásodás nem jött létre.

Ezen kívül alkalmaznak számszerű mutatókat, melyek jellemzik a rendszer hibamentes működési idejét, ilyen a  $T_{köz}$ . a hibamentes működés közepes ideje (matematikai várható érték), közepes négyzetes eltérés ( $\sigma$ ) és mások.

## RENDSZEREK MEGBÍZHATÓSÁGA

A gyakorlatban csak a legritkább esetben fordul elő, hogy csupán egyes elemek vagy egységek megbízhatóságát vizsgáljuk és tervezzük meg. A számos elemből összetett berendezések, rendszerek megbízhatósági problémája igazán fontos. A rendszerek megbízhatóságának számításához nagyjából kétféle adatsor szükséges:

- a rendszerben adott üzemiszonyok között, adott környezetben felhasznált elemek megbízhatóságának minél pontosabb ismerete és;
- a rendszerben előforduló elemek különféle kombinációinak megbízhatósági vizsgálatából kapott tapasztalat.

### Soros kapcsolású rendszer

Megbízhatósági szempontból legegyszerűbb felépítésű rendszer, amely az  $1, 2, \dots, n$  egymás után kapcsolt, ún. soros elemből áll (2. ábra). Itt minden egyes elem meghibásodása illetve meg nem hibásodása független. A soros rendszer több elemből, ennek megfelelően a meghibásodás, mint valószínűségelméleti esemény és a hozzá tartozó megbízhatóság is teljesen független.

A valószínűségelmélet alapvető szabálya szerint ilyenkor az adott elemekből felépített rendszer megbízhatóságát az elemek megbízhatóságának szorzata adja meg (ez a valószínűségek szorzási szabálya).



2. ábra. Soros kapcsolású rendszer

Vagyis ha  $P_1$  az egyik elem megbízhatósága,  $P_2$  a másik elemé és így tovább  $P_n$ -ig, akkor annak a valószínűsége, hogy az „1” és „2” elemek a  $t$  előírt időn belül kifogástalanul működnek:

$$P_S(t) = P_1(t)P_2(t) = \exp\left(-\int_0^t \lambda_1 dt\right) \exp\left(-\int_0^t \lambda_2 dt\right) \quad (9)$$

míg az „n” elemből álló soros rendszer eredő megbízhatósága

$$P_S(t) = P_1(t)P_2(t) \dots P_n(t) = \exp\left(-\int_0^t \lambda_1 dt\right) \exp\left(-\int_0^t \lambda_2 dt\right) \dots \exp\left(-\int_0^t \lambda_n dt\right) \quad (10)$$

ahol:  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  — az egyes elemek megbízhatósági rátái

Ha  $P$  jelentette a rendszer megbízhatóságát, akkor nyilvánvaló a rendszer megbízhatatlanságát, vagyis annak a valószínűségét, hogy a rendszer „1”, „2” vagy akár valamennyi eleme meghibásodik, a következő kifejezés adja:

$$\text{Két elem esetén: } Q_S(t) = 1 - P_1(t)P_2(t)$$

$$\text{„n” elem esetén: } Q_S(t) = 1 - P_1(t)P_2(t) \dots P_n(t)$$

ahol:  $Q_S(t) = 1 - P_S(t)$  jelenti a rendszer megbízhatatlanságát.

Soros rendszer tehát az olyan rendszer, amelyben bármelyik elem meghibásodása az egész rendszer meghibásodását váltja ki.

Ha az exponenciális változási törvényt fogadjuk el a meghibásodása [vagyis  $P = \exp(-\lambda t)$ ], akkor a soros rendszer megbízhatóságát akár a már említett képletek módosításával adódó

$$P_S(t) = P_1(t)P_2(t)P_3(t) \dots P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t) \quad (11)$$

képlet határozza meg, vagy az egyes kifejezések ismeretében az eredeti kifejezéseket leírva és a hatványok szorzási tételét figyelembe véve

$$P_S(t) = e^{-\lambda_1 t} e^{-\lambda_2 t} \dots e^{-\lambda_n t} = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)t} = \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right) \quad (12)$$

### Párhuzamos kapcsolású rendszer

A megbízhatósági elmélet valószínűségi alapjait szolgáltató matematikusok, köztük is első helyen Neumann János, csakhamar megmutatták annak a lehetőségét, hogyan lehet segíteni azon a helyzeten, hogy a soros rendszer eredő megbízhatósága katasztrofális mértékben, látszólag leküzdhetetlenül csökken. Neu-

mann bebizonyította, hogyha a rendszer bemenetére kerülő jelet nem egyetlen egy, hanem több azonos típusú, párhuzamosan kapcsolt egységbe juttatjuk, akkor helyesnek tekinthetjük azt az eredményt, amely a párhuzamos egységek többségének kimenetén jelentkezik. Ez a többségi kiválasztási elv.

A rendszer megbízhatósága tehát elemeinek párhuzamos kapcsolásával jelentősen növelhető. Párhuzamos kapcsolás esetén egy elem meghibásodása még nem jelent rendszerhibát. A rendszerhibát a rendszer felépítésének függvényében fogjuk meghatározni.

Ha a rendszerben levő tartalékegységek vagy tartalékrendszerek csak az elsődleges egységek vagy részrendszerek csak elsődleges egységek vagy részrendszerek meghibásodása után lépnek üzembe, akkor helyettesítéses redundanciáról, helyettesítő tartalékról beszélhetünk. Ha a rendszerben bármelyik bekapcsolt egység vagy részrendszer helyettesítheti a másik, ugyancsak bekapcsolt, de meghibásodott egységet vagy részrendszert, akkor állandó tartalékolásról beszélünk.

Vizsgáljuk meg most a rendszer megbízhatóságát az elemek illetve részrendszerek kapcsolásának függvényében.

Nyilvánvaló, hogy egy soros rendszer megbízhatósága nem lehet nagyobb, mint a legkisebb megbízhatóságú elemének a megbízhatósága. Ha pl. van egy 10 000 elemből álló rendszerünk, akkor a rendszer kifogástalan működésének valószínűsége

$$P = P_e^{10^4} \quad (13)$$

A nagyságrendek értékelésére vegyük azt az esetet, amikor az eredő megbízhatóság  $P = 0,9$ . Ez annyit jelent, hogy 10 elemből átlagosan 9 üzemképes és egy hibás. Ekkor már kifejezhetjük az egyes elemek meghibásodási rátáját illetve megbízhatatlanságát. A mi esetünkben:

$$(1 - Q_e)^{10^4} = 0,9 \quad (14)$$

Ha a zárójelben levő kifejezést hatványsorba fejtjük és a „ $Q$ ” kis értéke folytán az első két tag kivételével a sorba fejtés összes többi tagját elhanyagoljuk, akkor azt kapjuk, hogy:

$$1 - Q_e^{10^4} = 0,9 \quad (15)$$

$$Q_e = 1 \cdot 10^{-5} \quad (16)$$

$$P_e = 1 - Q_e = 0,99999 \quad (16)$$

Ez annyit jelent, hogy a rendszerben szereplő elemektől megköveteljük a megbízhatóságnak azt a fokát, amikor átlagosan minden 100 000 elemre nem jut több, mint egyetlen meghibásodott elem.

Ezt a fajta megbízhatóságot sorozatgyártású elemekkel válogatás nélkül szinte meg sem lehet valósítani. Ez azt bizonyítja, hogy bonyolultabb rendszerek esetén a soros felépítés helyett más megoldáshoz kell folyamodni. Ez a másfajta megoldás csakis a redundancia valamelyik fajtája lehet.

### A különböző tartalékolási formák a rendszereknél

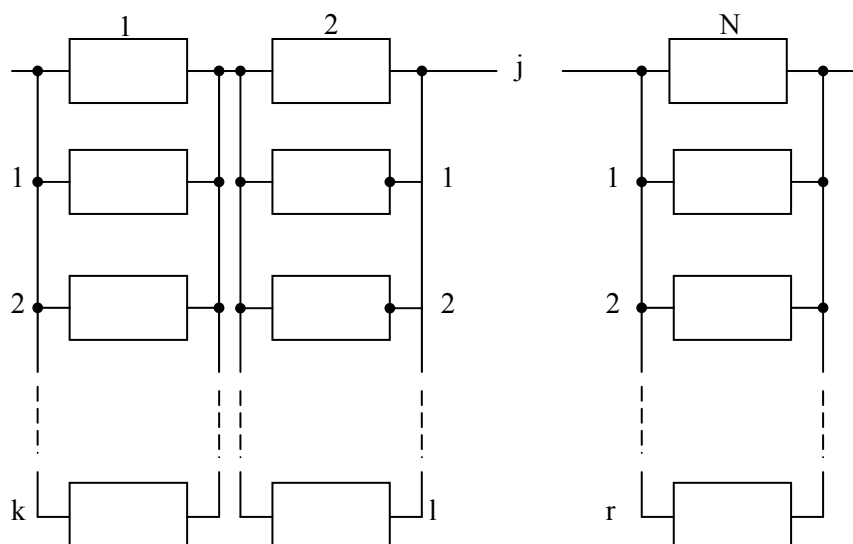
A megbízhatóság növelésénél különleges szerepet játszanak a tartalékolás különböző formái, mivel a legteljesebben képesek megoldani a szükséges megbízhatósági szint elérését viszonylag alacsony megbízhatóságú elemekből.

A tartalékolás elve abból áll, hogy a rendszerbe behelyeződnek kiegészítő (tartalék) elemek (blokkok, csatornák), melyek többletet jelentenek a rendszer működéséhez — szükséges és elégséges — elvi szerkezeti struktúrájához viszonyítva.

A tartalék elemek (csatornák) kapcsolási megoldásai függvényében megkülönböztetnek két tartalékolási módszert:

- osztott tartalékolás;
- általános tartalékolás.

Az *osztott tartalékolás* esetén (3. ábra) tartalékkal látják el a működési struktúra egyes vagy akár minden elemét.



3. ábra. Osztott tartalékolás

Ekkor az első tartalékolással ellátott elem hibamentes működésének valószínűsége:

$$P_1 = 1 - \prod_{i=1}^{k+1} q_i \quad (17)$$

A második és „ $N$ ”-edik elemre ennek megfelelően

$$P_2 = 1 - \prod_{i=1}^{l+1} q_i, \dots; P_N = 1 - \prod_{i=1}^{r+1} q_i \quad (18)$$

ahol:  $q_i$  — a tartalékolt rendszerbe kapcsolt elemek meghibásodási valószínűsége.

Az egész tartalékolt rendszer hibamentes működésének valószínűsége osztott tartalékolás esetén:

$$P_{osztott} = \prod_{j=1}^N P_j \quad (19)$$

mivel „ $j$ ” sorral rendelkezünk amit sorba kapcsoltunk.

Abban az esetben, ha a rendszer tartalékolási többszöröse az összes „ $N$ ” elemre egyforma és egyenlő „ $m$ ”, valamint a fő és tartalék elemek egyenlő megbízhatóságúak, akkor

$$P_{osztott} = P^N = (1 - q^{m+1})^N \quad (20)$$

Ha a képletet elemezzük megállapíthatjuk, hogy az osztott tartalékolással rendelkező rendszerben még ha a fő rendszer elemeinek számát „ $N$ ” növeljük a végtelenig, akkor is a hibamentes működés valószínűsége megközelítheti az egységet azáltal, hogy minden határok nélkül növeljük a tartalék elemek számát ( $m \rightarrow \infty$ ).

Az általános tartalékolás esetén (4. ábra) a szerkezet minimális struktúrája teljes tartalékolásra kerül. A minimális funkcionális struktúra hibamentes működési valószínűsége:

$$P_i = \prod_{j=1}^N P_j \quad (21)$$

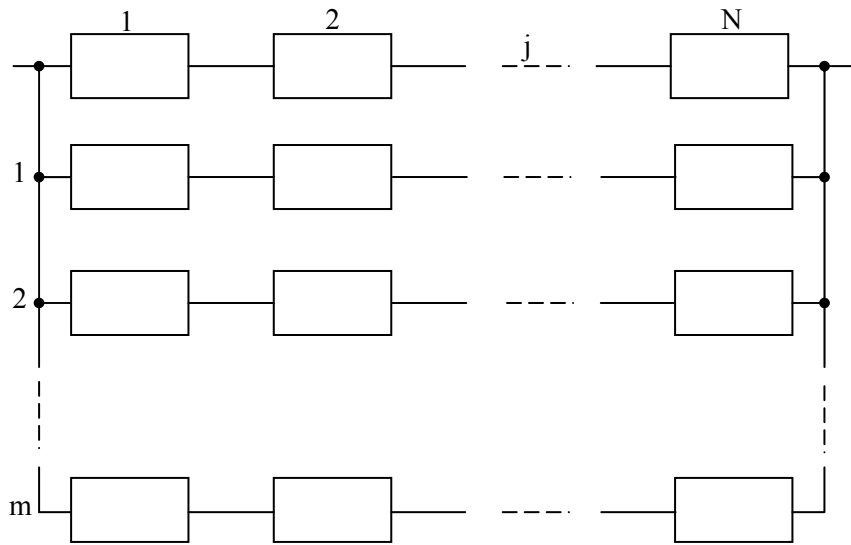
ahol:  $P_j$  — a hibamentes működés valószínűsége a funkcionális struktúra sorba kapcsolt elemeire.

Az általános tartalékolású rendszer hibamentes működésének valószínűsége

$$P_{ált.} = 1 - \prod_{i=1}^{m+1} q_i \quad (22)$$

ahol:  $q_i = 1 - P_i$

$$P_{ált.} = 1 - \prod_{i=1}^{m+1} \left( 1 - \prod_{j=1}^N P_j \right) = 1 - \prod_{i=1}^{m+1} \left( 1 - \prod_{j=1}^N (1 - q_j) \right) \quad (23)$$



4. ábra. Általános tartalékolás

Abban az esetben, ha minden fő- és tartalékelem azonos megbízhatóságú, akkor

$$P_{\text{ált.}} = 1 - [1 - (1 - q)^N]^{m+1} \quad (24)$$

Tehát a képletből következik, hogy az általános tartalékolású rendszerekben, ha minimális funkcionális rendszer struktúrájának elemei „ $N$ ” végtelenül nőnek, a hibamentes működés valószínűsége tart a nullához még abban az esetben is, ha a tartalék csatornák száma tart a végtelenhez ( $m \rightarrow \infty$ ).

Ha összehasonlítjuk az általános és az osztott tartalékolást, akkor a következőket állapíthatjuk meg, hogy:

- az általános tartalékolás esetén a rendszer meghibásodásához elegendő, hogy minden csatornájában legalább egy (valamelyik) elem hibásodjon meg;
- az osztott tartalékolású rendszernél a rendszer meghibásodása akkor következik be, ha az „ $N$ ” csoportból legalább egynél tönkremegy mind az „ $m + 1$ ” elem.

Látható, hogy ez utóbbi esemény bekövetkezési valószínűsége nagyon kicsi. Ahhoz, hogy mennyiségileg össze tudjuk hasonlítani az általános és az osztott tartalékolást feltételezve, hogy minden elemük azonos megbízhatóságú, meghatározzuk a fenti rendszerek meghibásodási valószínűségét:

$$Q_{\text{ált.}} = [1 - (1 - q)^N]^{m+1} \quad (25)$$

$$Q_{\text{osztott}} = 1 - (1 - q^{m+1})^N$$

Ha a képletek jobb oldalát sorba fejtjük és figyelembe vesszük, hogy  $q \ll 1$ , akkor a következő egyszerűsített képletet kapjuk.

$$Q_{\text{ált.}} \approx N^{m+1} q^{m+1} ; Q_{\text{osztott}} \approx Nq^{m+1} \quad (26)$$

$$\frac{Q_{\text{ált.}}}{Q_{\text{osztott}}} = N^m ; Q_{\text{osztott}} = \frac{Q_{\text{ált.}}}{N^m} \quad (27)$$

A hányados elemzése lehetővé teszi olyan következtetés levonását, hogy az osztott tartalékolás lényegesen előnyösebb a megbízhatóság szempontjából. Ahhoz, hogy végleges minősítést adjunk az alkalmazás célszerűségéről bármelyik tartalékolási módszer szempontjából, vizsgáljuk meg a tartalékolások kapcsolásának módját. A legelterjedtebb két módszer alkalmazása az *állandó* és a *helyettesítő tartalékolás*.

Az *állandó tartalékolásnál* a tartalék elemek (csatornák) hozzá vannak csatlakoztatva a fő rendszerhez a teljes működés ideje alatt, és azzal azonos üzemmódon működnek. Az állandó tartalékolás fő *előnyei* közé tartozik, hogy egyszerű a bekapcsolása, és a tartalék azonnal kész a működésre szükség esetén.

*Hátránya* a meghibásodások megjelenésekor esetleg változhatnak a rendszer paraméterei, ami előidézheti a teljes működési üzemmód változását.

A *helyettesítéssel történő tartalékolás* esetén a tartalék aktiválása csak a meghibásodás jelentkezése után történik. Ezen üzemmód realizálására szükséges speciális csatlakoztató berendezés a meghibásodott elem, csatorna helyére. Azonban a csatlakoztató berendezés vezérlésére minden üzemmódon szükséges egy speciális beépített ellenőrző berendezés, amelyik észleli a meghibásodást és kidolgozza a szükséges parancsot a tartalék üzembe helyezésére.

A *helyettesítéssel történő tartalékolás előnye*, hogy megőrzi a tartalék üzemi idejét, kizárja a tartalék esetleges befolyását az egész rendszerre valamint a lehetőség, hogy egy tartalék elemmel több azonos típusú berendezés működését lehet megoldani. A fő *hátránya* ennek a módszernek, hogy speciális csatolórendszert és beépített önellenőrző rendszert igényel.

A helyettesítéses tartalékolás az osztott rendszerű tartalékolással sokkal bonyolultabban oldható meg, mint az általános tartalékolással. Ha figyelembe vesszük a csatolóegységek és a beépített önellenőrző berendezés hatását a megbízhatóságra, akkor az osztott tartalékolási módszer előnyei már nem látszanak annyira nagynak.

## KÖVETKEZTETÉS

A rendszerek tervezési és üzemeltetési tapasztalatai azt mutatják, hogy a legáltalánosabban elterjedtek az általános tartalékolású rendszerek. Ez azzal magyarázható, hogy általános tartalékolás esetén sokkal egyszerűbb realizálni a beépített és a külső ellenőrzést. De azokon a helyeken, ahol könnyen megvalósítható a berendezés önellenőrzése és a tartalék csatlakoztatása (pl. az elektromos táplálás területén) alkalmazzák mind a helyettesítéssel, mind az általános tartalékolási módszert.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BÉKÉSI Bertold: A repülőszervezetek műszaki karbantartása. Repüléstudományi Közlemények, Szolnok, 1999/3. (93-105) o.
- [2] DR. ÓVÁRI Gyula: A Magyar Honvédség repülő eszközei típusváltásának és üzemeltetésének lehetőségei gazdaságossági kritériumok valamint NATO csatlakozásunk figyelembevételével. A légierő fejlesztése tanulmánygyűjtemény, Honvédelmi Minisztérium, 1997. 9–117. old.
- [3] DR. ÓVÁRI Gyula: Korszerű harcászati repülőgépek műszaki üzemeltetésének sajátosságai és gazdaságossági-hatékonysági kérdései. A harcászati repülőgépek fejlesztésének szükségessége és lehetősége, Konferencia előadás gyűjtemény, Magyar Hadtudományi Társaság, 1998. 26–33. old.
- [4] DR. PETÁK György: A repülőtechnika üzemben tartása és javítása. Főiskolai jegyzet, KGYRMF, Szolnok, 1981.
- [5] NAGY Ernő: Megbízhatóság a technikában. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1967.
- [6] Dr. Rohács József—Simon István: Repülőgépek és helikopterek üzemeltetési zsebkönyve. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1989.





## A NAVIGÁCIÓ FEJLŐDÉSE A XVIII. SZÁZADIG

### A NAVIGÁCIÓ TÁRGYA

A navigáció<sup>1</sup>: a tájékozódás tudománya. Hajó vagy légi jármű egyik helyről egy másik helyre irányuló mozgásának, vezetésének irányítása. Feladata a hajó vagy légi jármű (űrhajó vagy egyéb űrobjektum is!) útirányának, útvonalának, földrajzi illetve térbeli helyzetének meghatározása.

A navigációs feladat során:

- rögzíteni szükséges a már megtett út adatait;
- folyamatosan meg kell határozni a már megtett út adatait, a jármű pillanatnyi helyzetét;
- ki kell számítani tervezett, várható útvonalát, érkezési idejét a járműnek.

A navigáció folyamatos irányítás annak érdekében, hogy a jármű egy kiválasztott helyre, a meghatározott útvonalon keresztül, a tervezett időben, biztonságosan érkezzen.

### A NAVIGÁCIÓS ALAPELEMENK MEGHATÁROZÁSÁNAK FEJLŐDÉSE

A navigációs eljárások és módszerek évezredek alatt fejlődtek ki és állandóan változtak az elérhető távolságok, a forgalom sűrűsége és a járművek sebességének folyamatos növekedése következtében. A navigáció fejlődésére jelentős hatással volt a fizika, matematika, geometria és az ezeket felhasználó csillagászat továbbá a meteorológia fejlődése.

A nagy tengeri hajós népek, a vikingek és a polinéziaiak navigációs ismereteiről sajnos igen hiányos írásos emlékek maradtak az utókorra.

A régi idők tengerészei a partok mellett hajóztak, és csak ritkán merték elhagyni a szárazföld látótávolságát. A tengerészek egymásnak adták át ismereteiket, a navigáció mestersége apáról fiúra szállt. A tengerészek jó megfigyelői voltak a természetnek, Ismerték a Nap, a Hold és a csillagok járását, és felhasználták ezt a tudásukat. Borult időben az ismert tengeráramlatok és a széljárás szerint tájékozódtak. Azok a tapasztalt hajósok, akik birtokában voltak e nemzedéknek átadott ismereteknek, ritkán kerültek olyan veszélybe, hogy téves irányba vitorlázzanak vagy evezzenek.

---

<sup>1</sup> Navigo — hajózik, vitorlázik, hajón bejár, (úszik) hajózással szerez vagy keres [1].

## Az irány meghatározása

Azt biztosan tudjuk, hogy az iránytűt a vikingek már a XI. században ismerték. Egyes történeti munkák szerint az iránytűt az európai hajósok az araboktól vették át.

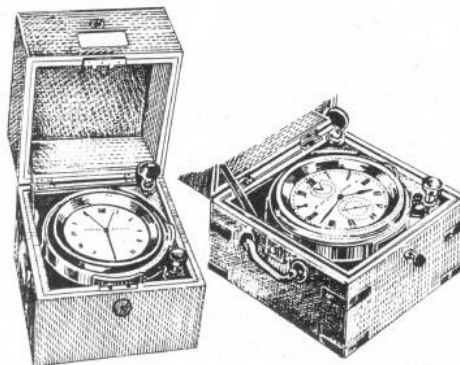
A mágneses tájoló a XII. század vége felé vagy a XIII. század elején került Európába minden valószínűség szerint arab hajósok közvetítésével. Elsőként a Földközi-tengeren hajózó kapitányok használták. Flavio di Gioai olasz tengerész alkalmazta először a mágnesűhöz a szélrózsát a XIV. század elején.

Az iránytű használatának elterjedése fontos mérföldkő volt a navigáció fejlődésének útján. Ezzel a hajó irányát bármikor meg lehetett állapítani és be lehetett tartani. Ám a tájoló nem mondta meg, hogy a kérdéses irányba mekkora utat tettek meg, és még milyen messze voltak a céltól. Ehhez ismerni kellett a hajózás időtartamát és a hajó sebességét.

## Az időtartam meghatározása

Az időmérés viszonylag egyszerű dolog volt, bár még meglehetősen pontatlan a tizenhetedik század végéig. Általánosan homokórát használtak, melynek üvegét félóránként megfordították, miközben az ór megkondította a hajóharangot. Bár már a XVII. századtól kezdve nagy pontosságú ingaórákat készítettek, ezeket hajón nem lehetett alkalmazni a változó nagyságú és irányú lengések, gyorsulások miatt.

Fedélzeti óraként, csakis rugóval meghajtott óra jöhetett számításba. A hajókon pontos időmérésre és ez által a földrajzi hosszúság megállapítására is alkalmas nagyon pontos órát a „kronométert” John Harrison<sup>2</sup> angol földmérő és óraműves alkotta meg, aki 1730-ban a Porstmouth–Lisszabon útvonalon próbálta ki először szerkezetét hajón, és ezzel elnyerte a brit admirális 20 000 fontos díját (1. ábra).



1. ábra. A kronométer

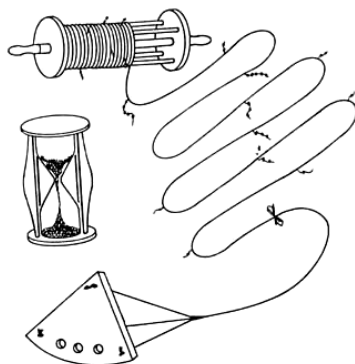
<sup>2</sup> Larousse Enciklopédia II. kötet [2].

## A sebesség meghatározása

A hajó sebességének megállapítása kezdetben a tat mögötti sodorvonal mérete és alakja figyelembevételével történt. Humprey Cole<sup>3</sup> angol műszerész találta fel a kézi sebességmérőt, a „log”-ot 1577-ben.

A log egy negyedkör alakú falap, melyet három rövid kötélrész tart a mozgás irányára merőlegesen. Méréskor a logdeszkát bedobták a vízbe, és mihelyt a lazán tartott kötélen első jelző csomója áthaladt a mérést végző személy kezén, indították a homokórát. A homokóra lefutása után a kötelet felcsévélve megszámlálták, hogy hány csomó tekeredett le.

A homokóra lepergési ideje és a csomók távolsága úgy volt meghatározva, hogy a csomók száma közvetlenül megadta a sebességet tengeri mérföld/óra, azaz „csomó” egységekben (2. ábra).



2. ábra. Sebességmérő „log”

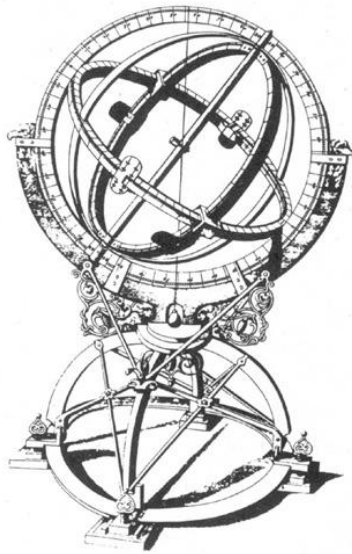
## A szélesség meghatározása

A tengerészek először csak a földrajzi szélességet tudták mérésrel meghatározni és csak a hajó-kronométer feltalálása óta lehet biztosan és pontosan meghatározni a földrajzi hosszúságot. Ezt megelőzően a sebesség alapján következett a becslés, majd pedig a holdtávolságok alapján határozták meg a hosszúságot, vagyis, hogy ismert csillagok és csillagképek milyen szögtávolságra voltak láthatók a Holdtól.

A szélesség meghatározásához az első műszer a csillagászoktól kapott „asztrolábium” volt, melyhez hasonlót Hypparchos már az i.e. II. században használt.

Ez a műszer három kör kombinációjából állt. Az egyiket az égi meridián síkjába, a másodikat (amely az elsőre merőleges) az egyenlítő vagy az ekliptika síkjába állították be. A belső, fokbeosztással ellátott kört a megfigyelt égitestre állították be, és leolvasták annak szélességét (3. ábra).

<sup>3</sup> Marjai Imre: Nagy hajóskönyv [3].



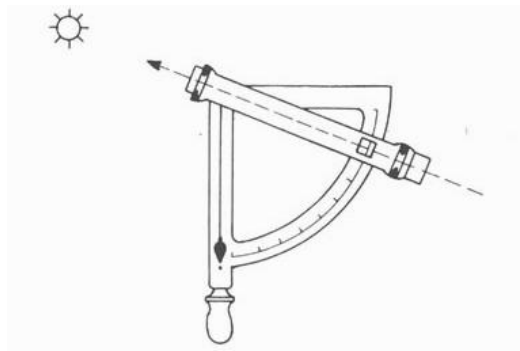
3. ábra. Asztrólábium

A tengerész-asztrólábium egy kb. 30 cm átmérőjű, fokbeosztással ellátott szögmérő volt, melyet használat közben függesztő karikájánál fogva tartottak függőleges helyzetben. A körben két egymásra merőleges fémátló volt. A függőleges Zenit-Nadirvonal, és az erre merőleges a horizont vonala. A körön, annak középpontjáig nyúló mozgatható vonalzó az ún. Linea Fiducia, melyet a körön túl kinyúló részével az „alhidade”-val mozgattak. A vonalzót a rászertelt nézőkén keresztül nézve az észlelendő égitestre állították be, és a körön a Linea Fiducia mellett leolvashatták az égitest magasságát a horizont felett, fokokban és percekben (4. ábra).



4. ábra. Tengerész asztrólábium

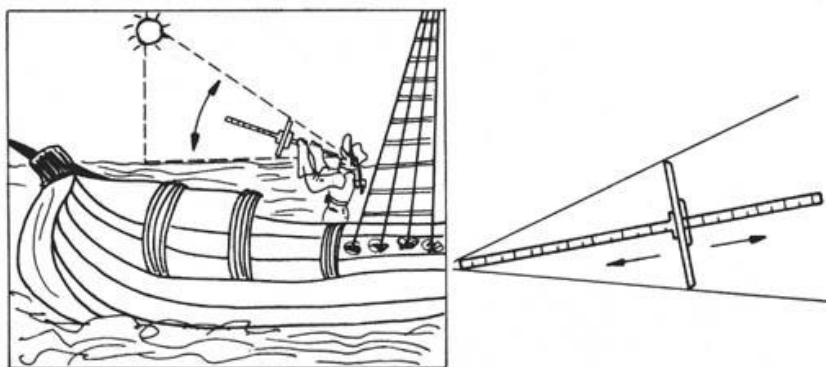
Gomes, portugál hajós, 1460-ban a Zöld-foki szigetek felfedezése idején ún. kvadránst alkalmazott szögmérőként<sup>4</sup>. Ez fából vagy rézből készült, függőleges állású negyedkörös szögmérő, melyen elforgatható irányzó-vonalzó van. Ezt az égitestre állítva, annak magassága a körív skáláról leolvasható. A műszer függőleges beállítását egy reá szerelt függőőnnal biztosították (5. ábra).



5. ábra. A kvadráns

A kvadráns mellett nagyon elterjedt magasságmérő (szögmérő) műszer volt a „radius astronomicus” más néven „Jákob-pálca”. Ez egy beosztással ellátott vékony rúdból állt, rajta merőlegesen mozgatható pálcával. Az észlelő a rúd egyik végét a szeméhez tartva addig tolta a kereszt-pálcát, míg annak alsó vége a horizontot, a felső vége pedig a kiválasztott égitestet érintette. Ez után a rúdon lévő skáláról leolvashatta az égitest magasságát.

A Jákob-pálcát már az ókori földmérők és csillagászok is ismerték, később azonban csaknem feledésbe merült. Csak a XIII-XIV. században kezdték újra használni az arab hajósok. Ettől kezdve egészen a XVIII. századig főként ezt használták a tengerészek (6. ábra).



6. ábra. Jákob-pálca

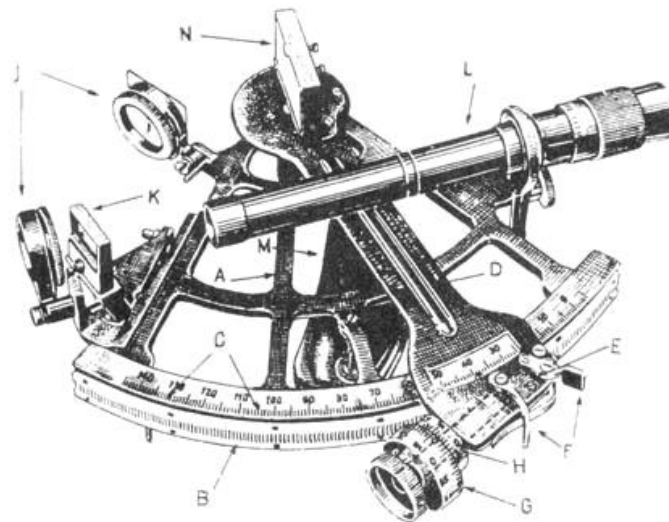
<sup>4</sup> Cambridge enciklopédia [4].

A helymeghatározásban nagy segítséget nyújtott a XVII. század elején feltalált távcső.

Egy évszázaddal később már annyi tudományos ismeret és termelési tapasztalat halmozódott fel a finommechanika területén, hogy a szögmérő és távcső egyesítésével létrehozták a tükrös szextánst.

Az ötlet valószínűleg Newtontól származik, de John Hadley készített ilyet elsőként 1730 körül.

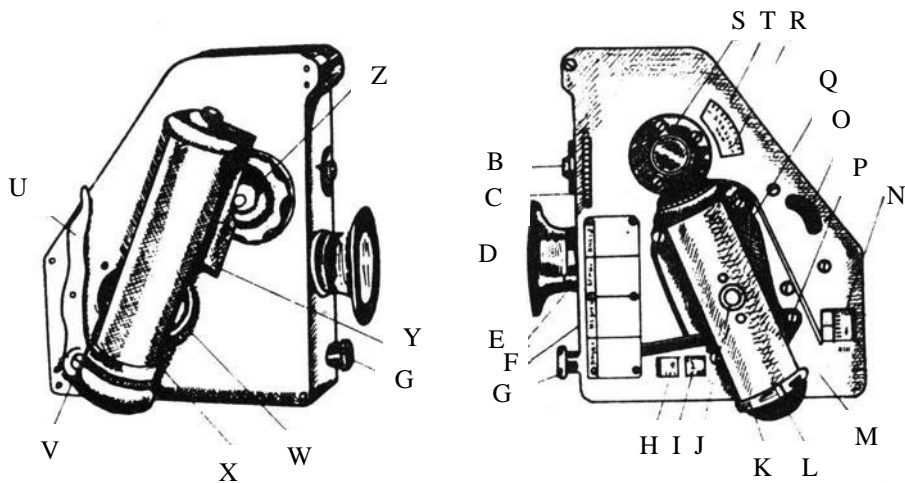
A távcső optikai tengelyének meghosszabbításán elhelyezett egyik tükör rögzítve van, és csak az alsó fele tükröz. A második tükör egy hatodkörív (szextáns) fokbeosztás előtt mozgó kar (alhidade) forgáspontjában van felszerelve, amely a karral együtt mozog. Méréskor a megfigyelő az égitest felé fordulva megcélozza a látóhatárt az álló tükör foncsorozatlan szélével. Majd az alhidade szabályozó gombját addig forgatja, míg az égitest képe megjelenik a távcsőben, pontosan a „látóhatáron”. Az alhidade ablakán ezután leolvasható a magassági szög a körív skáláról (7. ábra).



7. ábra. A mikrométerdob szextáns

A tengerészeti szextáns alkalmazása az időjárási viszonyoktól függő. Mind a látóhatárnak, mind az égitestnek tisztán láthatónak kell lennie. Felhők felett repülve a tengeren használt szextánst nem lehet használni. A léginavigáció céljaira a „mesterséges horizont” vagy más néven „buborék-szextáns-t” alkalmazzák 1918 óta.

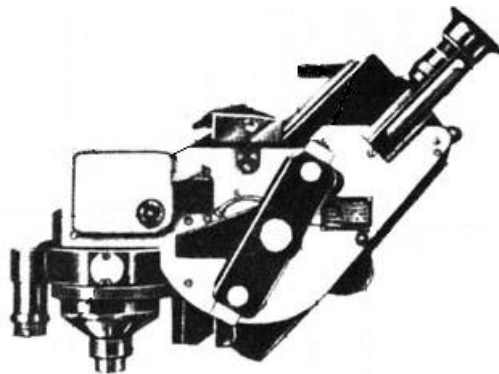
Itt a látóhatárt egy gömbmetszet alakú buborékkamra helyettesíti. A gömb középpontjában elhelyezett tükör és a buborék középpontját összekötő vonal meghatározza a vertikális irányt. Észleléskor az égitest képét a mozgó tükör segítségével a buborék középpontjába kell hozni (8. ábra).



- |   |   |   |                                     |
|---|---|---|-------------------------------------|
| N | Az egyszeri észlelés percekét számláló dobja    | U | Az észlelést rögzítő kar („elsütő”) |
| O | A sorozat „lövés” számláló                      | V | Az árnyékolásfokozat mutató         |
| P | Az 5° magasságnövekedést állító gomb            | W | Az árnyékolást szabályzó korong     |
| Q | A finombeállítás lassúmozgás korongja           | X | A bal kéz fogója                    |
| R | A 10°-os beosztás íve                           | Y | A világításkapcsoló                 |
| S | A durva megközelítő beállítást szabályzó korong | Z | A buborékszabályozó korong          |
| T | A 10°-os beosztás mutatója                      |   |                                     |

8. ábra. Buborék szextáns

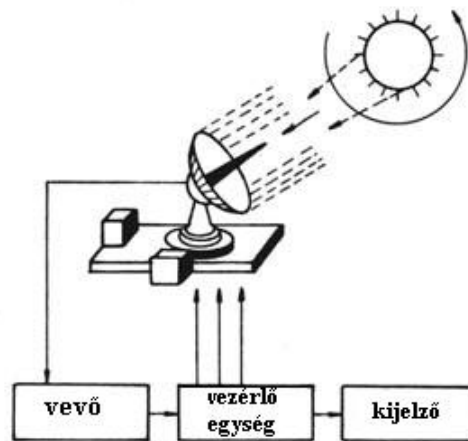
Az ún. „giroszkóp szextánsban” egy rugós óraszerkezettel meghajtott pörgettyű található, amely ingaként felfüggesztett, súlypontja a felfüggesztés pontja alatt van. A pörgettyű zafír csapágycsészében fut, és úgy áll be, hogy két vonal, az ún. „pörgettyűvonalak” a valódi horizonttal párhuzamosan helyezkednek el. A pörgettyű gyors forgás következtében az észlelő számára a pörgettyűvonalak úgy látszanak, mint egy stabil mesterséges horizont. Az észlelt égitest magasságát ehhez a mesterséges horizonthoz viszonyítják (9. ábra).



9. ábra. Giroszkóp szextáns



A legjobb tükrös szextáns is használhatatlan, ha a felhőzet zárt, és meghiúsítja a csillagászati helymeghatározást. Ezt a problémát oldja meg a rádiószextáns. 1930 táján a rádiózás elterjedésével észlelték, hogy a magas frekvenciájú rövidhullámú adásokat sustorgásszerű kozmikus eredetű jelek zavarták. Amikor a rádiócsillagászat kutatói alkalmazni kezdték az irányított (elsősorban a parabola) antennákat, jól körülhatárolható rádióhullám-forrásokat fedeztek fel, melyeket a Nap, bolygók és egyéb csillagképek sugárzásával lehetett azonosítani. Különösen a nagy energiájú Napot lehetett egyszerű módszerekkel megcélozni. A rádiószextáns fő alkotórésze egy igen nagy érzékenyséű mikrohullámú vevőkészülék egy irányítható (parabola) antennával. Az antenna irányérzékenysége nagyon finom, vagyis a rádióhullámokat csak egy keskeny sávban, az antenna tengelyének irányában veszi. A vevő bemenetére akkor jutnak a legerősebb jelek, ha az antennát a Nap középpontjára irányítjuk. A maximális erősségű rádiójel vétele határozza meg a Nap magassági szögét, vagyis a hajó szélességi helyzetét (10. ábra).



10. ábra. Rádiószextáns

## A TÉRKÉPEK FEJLŐDÉSE

A Föld felületének megismerésével együtt fejlődtek a hajózási műszerek és a térkép. Egy ókori mondás szerint: „A tengerhajózás ugyanolyan megbízható, mint a hozzá használt térképek”.

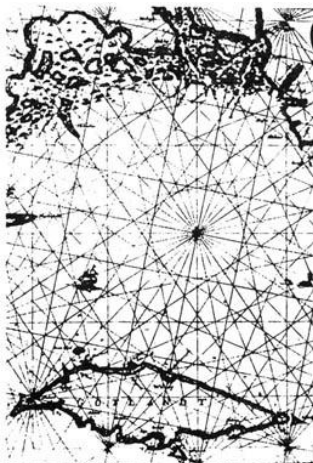
Az első térképek, melyet navigációs célra használtak, még nem vetületek voltak, hanem vázlatok, annak ellenére, hogy a vetületeket már évszázadokkal előbb ismerték. A gnomonikus vetület első megszerkesztője a miletoszi hajós, Thales volt. A gnomon görögül napórát jelent, innen a központi vetítésugaras forma elnevezése.

Eratosthenes<sup>5</sup> volt az első, aki i. e. 200 táján földrajzi szélességet mért, és azt fokokban fejezte ki. Egy 16 vonásos szélrózsát szerkesztett, és felismerve a helyi és uralkodó szeleket széltáblázatot készített. Saját felfedezései és a tengerészek, felfedezők, utazók, történetírók és filozófusok kézírataiból nyert tájékoztatás alapján elkészítette az ismert világ leírását.

A sztereografikus és ortogonális vetület Hypparchostól (i. e. II. sz.) ered. Az egyiptomi Ptolemaeus, aki az i. u. II. században élt, tartják a legnagyobb csillagásznak Kopernikusz előtt. Korának kiemelkedő térképésze volt. Több térképet készített, és a feltüntetett helyek szélességét és hosszúságát jegyzékbe szedte. A moszlim térképészek és csillagászok Ázsiában Ptolemaeus tanaiból merítettek.

A speciális térképek ritkák voltak. Közéjük tartoztak a római térképeken alapuló ún. „pentinger-féle táblák” (nevüket egy augsburgi gazdag patríciusról kapták). Ezek a mai közlekedési térképek elődei, melyeken feltüntették az utakat, a pihe-nőállomásokat és az állomások közötti távolságokat. Ezek a térképek a kereskedők, futárok s a római légiók számára készültek.

A tengeri térképek az ún. „portolánok” a XII–XIII. században jelentek meg. Ezek kizárólag a tengerészek számára készültek. Az elnevezés a kikötőtől-kikötőig kifejezésből ered<sup>6</sup> (11. ábra).



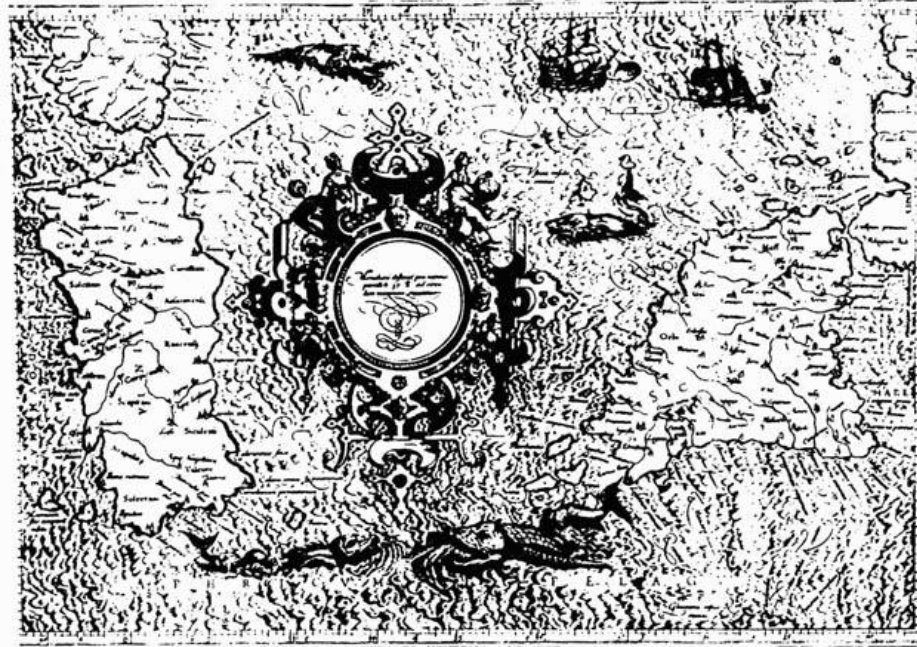
11. ábra. A portolán térkép részlete

A térképészek a Föld felszínét évszázadokon keresztül „síkbán” és nem vetületben ábrázolták. Figyelmen kívül hagyták Ptolemaeus és Hypparchos felfedezéseit, annak ellenére, hogy a Föld gömbszerűségét ismerték. Ahogy a földfelszín ismert területe növekedett, és egyre nagyobb területeket kellett ábrázolni sík lapon, a térképészek rájöttek, hogy a Föld görbületét nem szabad figyelmen kívül hagyni.

<sup>5</sup> Marjai Imre–Pataki Dénes: A hajó története [5].

<sup>6</sup> portus — kikötő.

Gerhard Kramer, latin nevén Mercator, felismerte a tényleges vetület alkalmazásának szükségességét. 1596-ban tette közzé világtérképét, és az ebben a vetületben készült térképeket azóta is Mercator vetületűnek nevezik (12. ábra). A szög tartó kúpvetület felfedezése J. H. Lambert nevéhez fűződik.



12. ábra. Mercator atlasának egy lapja

## A CSILLAGÁSZAT FEJLŐDÉSE, A CSILLAGÁSZATI NAVIGÁCIÓ

A hajózásban a csillagászat tudományának köszönheti fejlődését. A kínaiak csillagászati megfigyelései 6000 évre nyúlnak vissza. A fizikai tudományok közül a csillagászat a legrégebbi. Nagyon valószínű, hogy az első térképeket nem is a Föld felszínéről, hanem a csillagos égboltról készítették.

A kínai csillagászok i. e. 2000 évvel már meghatározták a napfordulók és a napéjegyenlőség pontjait. Meghatározták, hogy a Nap éves látszólagos mozgását 365,25 nap alatt végzi és valószínű, hogy a kört ennyi részre osztották fel (és nem 360 részre).

A görögök a hajózási csillagászatot a föníciaiaktól vették át. A legrégebbi görög csillagász Thalész is föníciai származású volt. Amikor Thalész a gnomonikus vetületet (kb. i. e. 600-ban) megszerkesztette, a Föld alakját gömb alakúnak kellett képzelnie.

A csillagászok között mégsem a Föld alakja volt a fő kérdés több ezer éven keresztül, hanem az, hogy vajon a Nap vagy a Föld a világegyetem középpontja. Az ókoriak még azt tartották, hogy az égitestek kör alakú pályán a Föld körül keringenek.

A heliocentrikus elméletet Kopernikusz állította fel, aki 1543-ban tette közzé a mozgó világról szóló elméletét *De Revolutionibus Orbium Celestium* c. munkájában.

Ebben azt állítja, hogy a Föld saját tengelye körül forog és kör alakú pályán egy év alatt megkerüli a Napot. A többi bolygó is kör alakú pályán a Nap körül mozog. Felismerte, hogy a Merkúr és a Vénusz közelebb, a többi bolygó pedig távolabb van a Naptól, mint a Föld. A Hold a Föld körül körpályán mozog. Tánai csak egy évszázaddal később váltak általánosan ismertté, amikor Gallilei közzétette és magyarázta azokat.

Kepler megállapította a bolygók mozgásának törvényeit 1609-ben. Newton felállította a mechanika három alaptörvényét 1687-ben, és Kepler törvényeit az általános tömegvonzás törvényére vezette vissza.

A korszerű csillagászat kifejlődéséig a Világegyetem szerkezetéről alkotott felfogás három fő fejlődési fokozatot mutat:

- a ptolemaeusi rendszer, amely még nem ismeri el a Föld mozgását. A Világegyetem középpontjának a Földet tekinti és az égitestek látszólagos mozgását valóságosnak véli;
- a copernicusi rendszer, amely felismeri, hogy a bolygók, közöttük Földünk is, a Nap körül keringenek, és egyben saját tengelyük körül is forgást végeznek;
- a newtoni rendszer, amely minden égi mozgást az általános tömegvonzás törvényére vezet vissza.

A csillagászati navigáció feladata: a helymeghatározás. Ez a helymeghatározás a ptolemaioszi elképzelésen alapszik. A fölöttük és alattunk levő égbolt egy teljes gömböt alkot a megfigyelővel a középpontban. Az égitestek látszólagos mozgását ezen a képzeletbeli gömbfelületen határozzák meg. Minden égitestnek ott lesz a látszólagos helye az égbolton, ahová azt az észlelő látósugara vetíti.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] GYÖRKÖSY Lajos: Latin–magyar szótár. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1982. ISBN 963 052 7758, p. 358.
- [2] Larousse enciklopédia II. kötet. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1993. ISBN 963 05 6421, p. 57
- [3] MARJAI Imre: Nagy hajóskönyv. Móra Kiadó, Budapest, 1981. ISBN 963 11 2486 X, p. 196.
- [4] Cambridge enciklopédia, Macenas Kiadó, Budapest, 1999. ISBN 963 7425 659, p. 1520.
- [5] MARJAI Imre–PATAKI Dénes: A hajó története. Corvina Kiadó, Budapest, 1979. ISBN 963 13 0289 X, p. 367.
- [6] DR. MOYS Péter: Léginavigáció.



## AUTONÓM 3D NAVIGÁCIÓS STÍLUSOK

Az utóbbi évtizedben a robotirányítási algoritmusok rohamos fejlődésnek indultak. Számos olyan munka jelent meg, amely dinamikus vagy ismeretlen környezetben történő navigálással foglalkozik. (Lammens et al., 1993; Arkin, 1989; Brooks, 1991). Cikkünkben egy olyan algoritmust mutatunk be, amely egy, a fejlődési irányvonalak között népszerű neuro-fuzzy megközelítésben oldja meg egy három dimenzióban mozgó, az akadályok elkerülésével a célt megközelítő robot navigációjának problémáját.

A háromdimenziós navigációs algoritmus tervezése során két szempontot tartottunk szem előtt. Az egyik: kiválasztani egy széles körben elterjedt, jól használható navigációs módszert, ami az irányítási modellünk alapjául szolgál majd. A másik pedig, hogy olyan algoritmust tervezzünk, amely képes különböző egyszerűbb vezetési stílusok megvalósítására és tanulására is, de az algoritmus számítási komplexitása ne legyen túl nagy.

A potenciál alapú navigáció<sup>1</sup> (Latombe, 1991) széles körben elterjedt módszer, elsősorban egyszerűségének és valósidejű alkalmazhatóságának köszönhetően (Bronstein and Koren, 1989). Számos gyakorlati navigációs vagy robotirányítási algoritmus épül a potenciál alapú módszerre vagy ennek valamilyen változatára, különösen olyan esetekben, ha a fő cél az akadályok elkerülése (Bronstein and Koren, 1991), (Kubota et al., 1999). A modell alapgondolata, hogy virtuális vonzó és taszító erők hatnak a robotra. A mozgás irányát és sebességét a virtuális erők eredőjéből határozzuk meg. A potenciál alapú vezetés előnyei mellett meg kell említenünk, hogy egyszerűségéből adódóan korlátai is vannak. Szűk folyosóban vagy közel egyenletes elosztású akadályok között a PBG-vel vezetett robot viselkedése nem kielégítő. Szükség van egy általánosabb modellre, ezért vezetjük be a vektortér alapú vezetést.

A kidolgozott algoritmus hatékonyságát elsősorban az alkalmazott neuro-fuzzy technika biztosítja, amely képes mind a közönséges PBG, mind a vektortér alapú általánosítás közelítő megvalósítására. Ez a megközelítés közismert előnyei mellett azt is megkönnyíti, hogy korábbi szituációk alapján szerzett tudást is fel lehessen használni az ismeretlen környezetben történő navigálás során. (Fukuda and Kobayashi, 1999; Piaggio and Zaccaria, 1997; Kubota et al., 1999). A robot eltanulhatja továbbá más robotok vezetési stílusát, illetve ember által is tanítható.

---

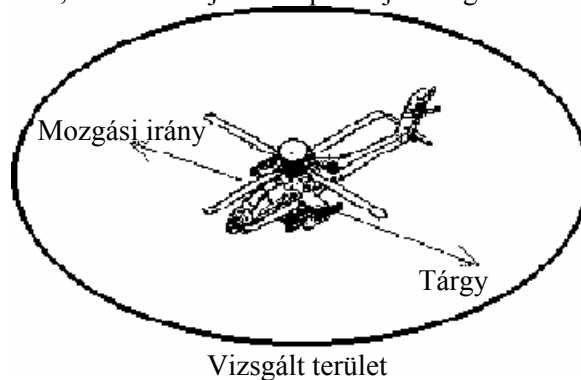
<sup>1</sup> PBG — Potential Based Guiding.

A fuzzy logika alkalmazásának egyik előnye, hogy képes modellezni és később reprodukálni szakképzett kezelők cselekvéseit a konkrét matematikai modell hiányában is. Hátránya viszont, hogy nincs általánosan alkalmazható tervezési eljárás optimalitás, redukálhatóság és egyéb szempontokból. A létrehozott algoritmusok — függetlenül attól, hogy szakképzett kezelők hozták létre vagy tanulás során keletkeztek — tartalmazhatnak redundáns, gyengén befolyásoló vagy akár felesleges részeket. Hasonló a helyzet a neurális hálózatok esetében, a jó közelítés eléréséhez szükséges szintek és összeköttetések számát egyes megközelítések jócskán túlbecsülik. Ez a szükséges számítási kapacitást jelentősen megnöveli. Ugyanakkor a fuzzy közelítő eljárások elméletileg szintén exponenciális számításidő- és tárigénnyel rendelkeznek (Kóczy and Hirota, 1990). Ezért ismertetünk egy komplexitás-csökkentő eljárást is, amely a lehetőségeken belül optimálisan összetömöríti a létrehozott modellt.

Fontos megemlíteni, hogy a fuzzy szabálybázis tervezése során szem előtt tartott két cél ellentmond egymásnak: minél jobb közelítést szeretnénk elérni, míg a számítási komplexitást csökkenteni kívánjuk. A tervezés fő problémája e két ellentmondó cél között a megfelelő kompromisszum megtalálása.

## A ROBOTIRÁNYÍTÁS DEFINÍCIÓJA

Ebben a részben röviden bevezetjük a vezetési stílus fogalmát. Robotunk, esetünkben egy helikopter, látókörében észlelni képes a különböző akadályokat (1. ábra). A helikopter látóköre érzékelő irányokból tevődik össze. Az érzékelő rendszer szolgáltatja az adott irányban lévő legközelebbi tárgy távolságát a helikoptertől. Ezeket a távolságinformációkat kamerák képeinek feldolgozásából vagy távolságmérő szenzorok segítségével nyerhetjük. A szenzorok nem csak egy síkban vannak, hanem a teljes teret próbálják meg lefedni.



1. ábra. A PBG alap gondolata

A vezetés célja, hogy meghatározzuk a mozgási irányt a látókörből nyert információ és a megvalósított stílus alapján. Többfajta vezetési stílust valósíthatunk meg, tekintsünk ehhez két szélsőséges példát.

Egy veszélyes anyagot szállító jármű alapszabálya lehet a következő: „minél messzebb minden objektumtól”. Ugyanakkor egy lopakodva közlekedő jármű esetén hasznos lehet a „maradjunk közel az objektumokhoz” szabály. Megjegyezzük, hogy a robotirányítástól nem követeljük meg a probléma-megoldási képességet, például egy labirintusból való kitaláláshoz már többletinformációkra van szükség.

## POTENCIÁL ALAPÚ VEZETÉSI MODELL

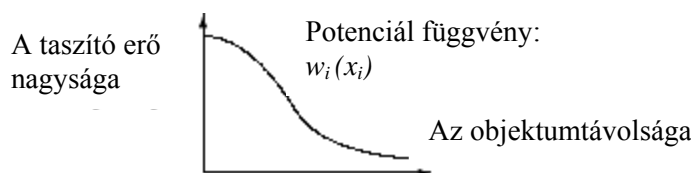
A potenciál alapú vezetési modell alapötlete, hogy a robotot az őt körülvevő tárgyak taszítják vagy vonzzák. Minden tárgy tulajdonképpen egy virtuális erőt hoz létre, és ezek hatnak a robotra. Ezen erőket összegezve kapjuk az akadályok elkerülése szempontjából optimális mozgásirányt, amelyet a megközelítendő célpont irányának megfelelően egy kiértékelő algoritmus szerint módosíthatunk, vagy a célpont irányában egy külön vonzó erőt vehetünk fel. A virtuális erők számítását minél gyorsabban kell elvégezni a folytonos és reakcióképes vezetés érdekében.

A taszító erő nagysága általában fordítottan arányos a tárgy és a robot közti távolsággal, azaz<sup>2</sup>:

$$|y| = \frac{1}{(\text{távolság})^a} \quad (1)$$

ahol:  $a$  — egy állandó (általában egynél nagyobb).

Az így kapott függvények minden stílus esetében jellemzően nemlineárisak.



2. ábra. Egy általános potenciálfüggvény

Számos alkalmazásban ugyanazt a képletet alkalmazzák az összes szenzorirányban<sup>3</sup>, ami szimmetrikus potenciálfelületet eredményez. A különböző vezetési stílusok létrehozásához természetesen aszimmetrikus potenciálfelületre is szükség lehet. Erre egyszerű példa a közlekedés „szabálya”: a járművek jobbra tartanak, tehát a robotnak a jobboldalt lévő objektumokhoz közel, míg a baloldalt lévő objektumoktól lehetőleg távol kell maradnia.

<sup>2</sup> Bronstein and Koren, 1989.

<sup>3</sup> Bronstein and Koren, 1991.

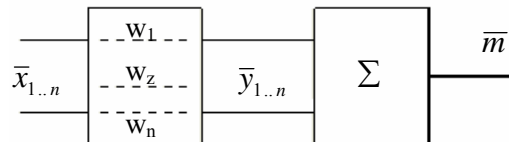


A legtöbb esetben az objektumok akadályok, ezért taszító erővel hatnak a robotra. Léteznek olyan esetek, amikor a vonzóerő a kívánatos. Ilyen eset, ha a robotnak egy falat kell követnie (pl. ha folyosókon használjuk a robotot), hiszen ha a robot túlságosan eltávolodott a faltól, akkor a falnak vonzania kell a robotot. Negatív szakaszokat is tartalmazó potenciálfüggvények segítségével ezek a stílusok is megvalósíthatók.

Vizsgáljuk meg részletesebben az irányító algoritmust. A robot látóköre vonalakkal áll. Az irányokat jellemezhetjük az azonos irányú egységvektorokkal. Ezeket jelölje:  $\bar{e}_i$ , a megfelelő irányban mért távolságokat pedig  $x_i$ . Az irányító eljárás két lépésből áll: Az első lépésben az egyes irányokból ható virtuális erők nagyságát számoljuk ki minden egyes irányra:

$$\bar{y}_i = \bar{e}_i \cdot w_i(x_i) \quad (2)$$

ahol:  $w_i(x_i)$  — az  $i$ -edik potenciálfüggvény,  $i = 1 \dots n$  és  $n$  az érzékelő irányok száma.



3. ábra. Potenciál alapú vezetés blokkvázlata

Az algoritmus számítási igénye kritikus a valós idejű alkalmazhatóságra nézve, ezért a megvalósítás során közelítő módszereket alkalmazunk. Mint már láttuk, a potenciálfüggvények többnyire erősen nemlineárisak, ezért érdemes lágyszámítási (soft computing) eszközöket használni.

## A POTENCIÁL ALAPÚ VEZETÉSI MODELL FUZZY KÖZELÍTÉSE

Ebben a részben a PSG<sup>4</sup> fuzzy eljárást mutatjuk be, amit a PBG közelítésére használunk és későbbi algoritmusok alapjául is szolgál. Az általunk választott szabálybázis különleges abban az értelemben, hogy a szabályok száma nem nő exponenciálisan a bemenetek számának növelésével. Ezt az biztosítja, hogy a potenciál felület egy négydimenziós felület lesz, függetlenül a szenzorok számától.

A 3. ábra alapján a fuzzy szabálybázis bemenetei a távolságok, az algoritmus kimenete pedig a kívánt mozgásirányt meghatározó  $y_z$  vektor. *Az algoritmus leírása:*

<sup>4</sup> PSG — product-sum-gravity

- *antecedens halmazok*: Az antecedens fuzzy halmazokat  $A_{i,j} : \mu_{A_{i,j}}(x_i), i = 1 \dots n, j = 1 \dots m, x_i \in X_i$  adja meg, ezek minden  $X_i$  halmaz felett Ruspini-partíciót alkotnak;
- *konzekvens*: A konzekvens halmazok  $B_j : \mu_{B_j}(y) = \delta(b_j)$  alakúak, ahol  $Y_j$  a  $j$ -edik kimeneti halmaz;
- *megfigyelés*: Az  $x_i$  bemeneti változókat szingleton bemeneti  $A_i^*$  fuzzy halmazokba fuzzifikáljuk a következőképpen:  $\mu_{A_i^*}(x_i) = \delta(x_i)$ ;
- *szabályok*: Az antecedens halmazok összes lehetséges kombinációja által kapott szabályok száma exponenciálisan nő az antecedens halmazok és a bemenetek számának növelésével (Kóczy and Hirota, 1997). A mi esetünkben viszont a potenciálfüggvény egy 4-dimenziós felület, amelyen a kereszthatásoktól eltekintünk. A szabályokat egyszerű, ha  $A_i$  akkor  $B_i$  alakban adhatjuk meg. Azaz a szabályok száma  $n \cdot m$ ;
- *következtetés*: A fuzzy következtetés product-sum-gravity (Mizumoto, 1990) eljárásán alapul;
- *product*: Ebben a lépésben a kimenetet a megfigyelés illeszkedése függvényében súlyozzuk, ahol az illeszkedés mértéke:  $\mu_{A_{i,j}}(x_i)$ ;
- *sum-gravity*: Ez a súlypont<sup>5</sup> defuzzifikációs technikán alapul. A konzekvens halmazokat megfelelően súlyozva és összeadva kapjuk a kimeneti vektort:

$$y_i = \frac{\sum \mu_{A_{i,j}} b_{i,j}}{\sum \mu_{A_{i,j}}} \quad (3)$$

Az antecedens halmazok Ruspini-partíciót alkotnak, ezért (3) nevezője 1.

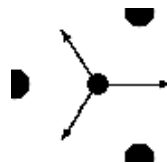
## A POTENCIÁL ALAPÚ MÓDSZER KORLÁTAI

A Potenciál alapú vezetési modell alapgondolata, hogy az objektumok vonzzák vagy taszítják a robotot, nem elég hatékony. Például, ha egy akadály pontosan előttünk jelenik meg, sokkal jobb eredményt kapnánk az egyszerű taszításnál, ha az irányítás például azt mutatná, merről lehet megkerülni.

A potenciál alapú vezetés során a robot „beragadhat”. Mint azt a 4. ábrán láthatjuk, a robotot körülvevő tárgyak szimmetrikusan helyezkednek el. Ebben az esetben az eredő virtuális erő nulla lesz, ezáltal a robot mozdulatlanul fog állni. A probléma feloldására különböző megoldások képzelhetők el, például választhatunk egy lehetséges irányt valamilyen kritérium szerint vagy akár véletlenszerűen.

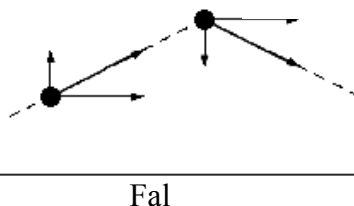
---

<sup>5</sup> COG — Center of Gravity



4. ábra. Beragadás

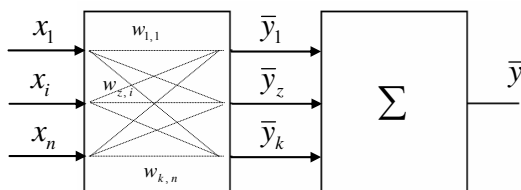
Egy másik tipikus problémás helyzet látható az 5. ábrán. A robotnak a fallal párhuzamosan kellene mozognia, tehát a virtuális erők eredőjének is ilyen irányúnak kellene lennie. A PBG nem képes a megfelelő vektor előállítására.



5. ábra. A PBG-modell „pattogása”

## A POTENCIÁLTÉR ÁLTALÁNOSÍTÁSA VEKTORTÉRRE

Az előző rész alapján hasznosnak tűnhet, ha minden egyes irányban mért távolság nem csak a taszítás (virtuális erő) nagyságát, hanem az irányát is befolyásolná. Ebből a célból kiterjesztettük az előbb bemutatott potenciál alapú modellt. Ha az egyes bemenetek más kimenetekre is hatással lehetnek, akkor — az alábbi blokkvázlat szerint — egy vektortér alapú modellhez jutunk.

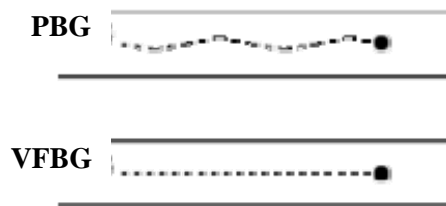


6. ábra. A vektortér alapú vezetés blokkvázlata

Az általánosított struktúrában az összes bemenet hatással van az összes kimenetre. Tehát strukturális szinten a PBG-től csak az összeköttetések számában különböznek (6. ábra). Az ilyen általánosabb modellt vektortér alapú vezetésnek<sup>6</sup> nevezzük.

<sup>6</sup> VFBG (Vector Field Based Guiding) — vektortér alapú vezetés.  
162

Mint a 7. ábrán megfigyelhetjük, a vektortér alapú vezetés kiküszöböli a PBG bizonytalan, oszcilláló mozgását, mert képes a falakkal párhuzamos vektort eredményezni.



7. ábra. A PBG és VFBG útvonala egy szűk folyosón

## A VEKTORTÉR ALAPÚ VEZETÉS NEURÁLIS HÁLÓVAL TÖRTÉNŐ MEGVALÓSÍTÁSA

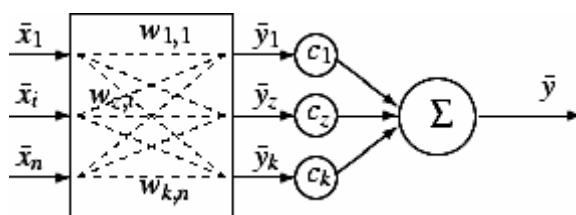
Ebben a részben bemutatjuk az általánosított neurális hálót, melynek segítségével egyszerűen modellezhetjük a VFBG-t. A 6. ábra egy kétszintű általánosított neurális hálót ábrázol. A háló olyan értelemben általánosított, hogy nem a neuronokban vannak az átviteli függvények, hanem az összeköttetéseken. Egy neuron kimenete:

$$\bar{y}_z = \bar{e}_z \sum w_{z,i}(x_i) \quad (5)$$

A második blokk egy harmadikhoz kapcsolódik, mely a neuronok kimenetét összegzi, létrehozva az algoritmus kimenetét:

$$\bar{y} = \sum_{z=1}^k \bar{y}_z = \sum_{z=1}^k \left( \bar{e}_z \sum_{i=1}^n w_{z,i}(x_i) \right) \quad (6)$$

Szükség lehet arra, hogy egyes bemenetek hatása erőteljesebben érződjön. Például az előrefelé irányuló szenzorok fontosabbak, mint a hátsók. Ezzel az általános alakkal könnyen megtehetjük ezt a változtatást, például a megfelelő  $\bar{y}_z$  vektorok  $c_z$  állandókkal történő megszorzásával. Az így kapott hibrid neurális háló (8. ábra) egy nemlineáris és egy lineáris réteget tartalmaz.



8. ábra. Általánosított neurális háló

A hibrid háló kimenete:

$$\bar{y} = \sum_{z=1}^k \left( c_z \cdot \bar{e}_z \cdot \sum_{i=1}^n w_{z,i}(x_i) \right) \quad (7)$$

Alkalmazzuk az ismertett fuzzy közelítést a  $w_{z,i}(x_i)$  átviteli függvényekre. Így egy neuro-fuzzy rendszerhez (Brown and Harris, 1994) jutunk, melynek kimenete:

$$\bar{y}_z = \sum_{z=1}^k c_z \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mu_{A_{i,j}}(x_i) \cdot b_{z,i,j} \quad (8)$$

## AZ ÁLTALÁNOSÍTOTT HÁLÓ SZÁMÍTÁSI KOMPLEXITÁSA

Az algoritmus (8) számításigényét a szorzások számával jellemezzük, az összeadások számításigényét elhanyagoljuk.

1. *Állítás:* (8) számításigénye:

$$P_c = n \cdot k \cdot m + P_\mu \quad (9)$$

ahol:  $P_\mu$  — a tagsági függvények kiszámításához szükséges számítási kapacitás

2. *Állítás:* (8) átalakítható az alábbi formába:

$$\bar{y}_z = \sum_{z=1}^{k^r} c_z \sum_{i=1}^{m^r} \mu_{A_{i,j}^*}(x_i) b_{z,i,j}^r \quad (10),$$

ahol: r — mint redukált.

Mivel (10) számításigénye nyilván nem több, mint a (8) egyenleté, az átalakítással csökkenteni tudtuk a szükséges kapacitást.

**BIZONYÍTÁS:** A (8) transzformálásához alkalmazzunk egy, a szinguláris értékfelbontáson alapuló eljárást<sup>7</sup>. Ez garantáltan optimális eredményre vezet.

## PÉLDÁK

Az ismertett neuro-fuzzy eljárás hatékonyságának bemutatásához különböző PBG alapú vezetési stílusokat választottunk a szakirodalomból, és ezeket egy „tanár” robotban alkalmaztuk. Egy egyszerű tanítási algoritmust valósítottunk

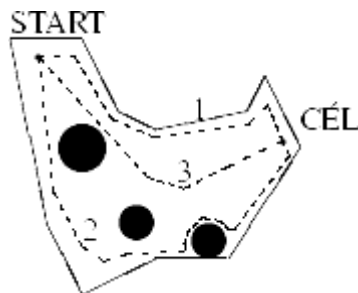
---

<sup>7</sup> Yam et al., 1999.

meg a „tanuló” robotban. A tanulás az általánosított neurális háló alapján történt, az erősen nemlineáris függvényeket lineárisokkal közelítettük. Az emberi irányítás alapstílusai a következők voltak:

- a lehető leginkább a bal oldalon haladni;
- a jobb oldalon haladni;
- mindentől a lehető legtávolabb haladni.

A 9. ábra három különbözőképpen tanított „tanuló” robotot mutat be egy számukra ismeretlen terepen.



9. ábra. Különböző stílusok

A háromdimenziós működés vizsgálata érdekében egy háromdimenziós kezelőfelületet hoztunk létre, melynek segítségével az algoritmus működése nyomonkövethető és tesztelhető.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkünkben a potenciál alapú vezetés egy lehetséges továbbfejlesztését mutattuk be. A kibővített modell kiküszöböli a PBG erősen oszcilláló mozgását. Egy egyszerűsített neuro-fuzzy modellt is mutattunk az általánosított modell megvalósításához. A neurális hálós és fuzzy logikai alkalmazások mind nagy számítási igényekkel rendelkeznek. Ezért ismertettünk egy komplexitáscsökkentő eljárást a neuro-fuzzy algoritmushoz. Példákat mutattunk be a hatékonyság igazolására.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Arkin, R. C.: Motor schema-based mobile robot navigation. *International Journal of Robotics Research* 8, 1989. p. 92-112.
- [2] Bronstein, J. – Y. Koren: Real-time obstacle avoidance for fast mobile robots. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 19, 1989. p. 1179-1187.
- [3] Bronstein, J. – Y. Koren: The vector field histogram — fast obstacle avoidance for mobile robots. *IEEE Jour. Robotics and Automation* 7, 1991. p. 278-288.
- [4] Brooks, R. A.: *Intelligence without reason*. Massachusetts Institute of Technology, A.I. Memo No. 1293, 1991.

- [5] Brown, M. – C. Harris: Neurofuzzy Adaptive Modeling and Control. Prentice-Hall. New York, 1994.
- [6] Fukuda, T. – F. Kobayashi: Adaptation, learning and evolution for intelligent systems. IEEE Int. Fuzzy Systems Conf. Proc. 3, 1999. p. 1203-1210.
- [7] Kóczy, L.T. – K. Hirota: Fuzzy interference by compact rules. Proc. of Int. Conf. on FL & NN, 1990.
- [8] Kóczy, L.T. – K. Hirota: Size reduction by interpolation in fuzzy rule bases. IEEE Tr. S.M.C. 27, 1997. p. 14-25.
- [9] Kubota, N. – T. Morioka – F. Kojima – T. Fukuda: Sensory network for fuzzy controller of a mobile robot. IEEE Int. Fuzzy Systems Conf. Proc. 2, 1999. p. 986-991.
- [10] Lammens, J. – H. Hexmoor – S. Shapiro: Of elephants and men. In Proceedings of the NATO-ASI on the Biology and Technology of Intelligent Autonomous Agents, 1993.
- [11] Latombe, J.: Robot Motion Planning. Kluwer Academic Publishers, 1991.
- [12] Mizumoto, M.: Fuzzy controls by product-sum-gravity method. In: Advancement of Fuzzy Theory and Systems in China and Japan (Liu and Mizomoto, Eds.). Chap. 1.1-1.4, International Academic Publishers, 1990.
- [13] Piaggio, M. – R. Zaccaria: An autonomous system for vehicle navigating in a partially or totally unknown environment. Proc. Int. Workshop on Mechatronical Computer Systems for Perception and Action, MCPA, 1997.
- [14] Yam, Y.– P. Baranyi – C. T. Yang: Reduction of fuzzy rule base via singular value decomposition. IEEE Trans. on Fuzzy Systems 7, 1999. p. 120-132.

## MOBIL HÍRKÖZLÉSI RENDSZEREK II.

### A RÁDIÓS INTERFÉSZ

#### A rádiós átviteli út problémái

Az információvédelem szempontjából a GSM-rendszer legsérülékenyebb szakasza a rádiós átviteli út. A mobil összeköttetések részfeladata a beszéd-, adat- vagy jelzésinformáció továbbítása elektromágneses hullámok segítségével. A rádiós átviteli út durva közelítésben három fő egységre bontható: adóra, vevőre és átviteli közegre. Az adási oldalon alkalmazott kódolási és modulációs eljárások feladata az átviteli közeg okozta jelcsökkentő és jelmegváltoztató hatások kompenzálása.

A jeleket a rádiós csatornán történő továbbítás során különféle káros hatások, károsodások érik:

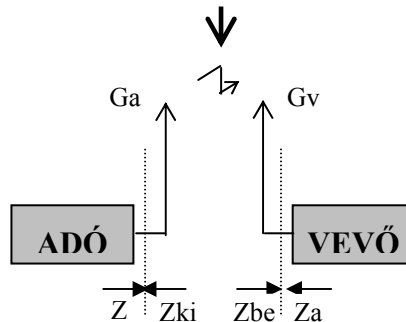
- az áramkörüi zajok és az adó- ill. a vevőoldali áramkörüi torzítások, intermodulációk;
- a rádiós csatorna hullámterjedési tulajdonságai miatt fellépő jelingadozási jelenségek (fading);
- a vevőantenna helyén a hasznos jellel együtt a vevőbe jutó atmoszferikus és ipari eredetű (man-made) zajok;
- valamint a különféle rádiószolgálatok adóiból a hasznos rádiófrekvenciás jellel együtt a vevőbe jutó, nemkívánatos jelek képviselte interferenciális és intermodulációs zavarok.

A jelek továbbításakor a felsorolt káros hatások minél kisebb szinten tartása érdekében a továbbítandó információ típusának valamint a zavar jellegének megfelelően a jelek amplitúdó-, frekvencia- és fáziseloszlását kell figyelembe venni.

Az adóegység végfokozata meghatározott kimenő impedanciával rendelkezik, amelyet az alkalmazott antennának a lehető legjobb teljesítményátadást eredményező módon kell lezárni. Mivel a vevőegység bemenő fokozata szintén adott bemenő impedanciával rendelkezik, a vételi antennát minimális teljesítményreflexiót biztosító impedanciával érdemes lezárni. Az adóegységet tehát úgy kell méretezni, hogy a jelet minél jobb hatásfokkal sugározza az antennát körülvevő térbe. A vevőoldali antennának pedig a vétel helyén fellépő elektromágneses energiát minél jobb hatásfokkal kell villamos nagyfrekvenciás teljesítménnyé alakítania (1. ábra).



*Időben változó hullámterjedési közeg (szabad tér, stb.)*



1. ábra. Időben változó hullámterjedési közeg

Az adó- és vevőantenna között található hullámterjedési közeg (szabad tér) egy négypólussal modellezhető. A hullámterjedés közegét — a rádiótelefon-technika szempontjából fontos URH-frekvenciasávok esetében — túlnyomóan a troposzférikus rétegek képezik. A troposzférikus rétegek felső határa kb. 12 km.

A hullámterjedésnél meg kell különböztetni mindenekelőtt az alkalmazott frekvenciától függetlenül a felületi és a térhullámokat, megjegyezve, hogy ezek egymáshoz viszonyított aránya függ a távolságtól, a frekvenciától, a terjedési közegtől és ezek villamos tulajdonságaitól.

A felületi hullámokat azok a sugárzások képezik, amelyek közvetlenül a föld felületén terjednek, és amelyeknek a viselkedését a hullámterjedés szempontjából lényegében a Föld legfelső rétegeinek a villamos tulajdonságai szabják meg. A térhullámokhoz azok a sugárzások tartoznak, amelyek a legkülönbözőbb szögek alatt az atmoszférába behatolnak, és amelyek viselkedése az atmoszféra villamos-tulajdonságaitól, villamos-szerkezetétől függ.

A térhullámok így valamilyen, a vízszintessel pozitív szöget bezáró, emelkedő kilövési szög alatt távoznak az adóantennából. A Föld felületétől távolodva a Föld légkörének ionizált rétegeibe ütközve visszaverődnek vagy elhajlást szenvednek, majd a Föld felületére visszajutva rádiós átvitelt valósíthatunk meg segítségükkel. Ha a hullám az adóantenna és a vevőantenna közötti egyenes mentén terjed, akkor direkt — közvetlen — hullámról beszélhetünk. Ez lényegében a térhullám egyik speciális esete. Direkthullám tisztán önmagában ritkán lép fel, inkább csak valamilyen reflektált vagy esetleg a térből visszahajló térhullám kíséretében.

Mind a direkthullám, mind a térhullám időbeli ingadozásokat mutathat. A direkthullám, valamint a térhullám időbeli ingadozása a légkör időben változó csillapítási tulajdonságaival van összefüggésben. Az ilyen változások nem túl gyorsak. A frekvenciától, távolságtól és egyéb tényezőktől is függően perc illetve óra nagyságrendűek. Az ilyen jelenségek tehát térerősség-ingadozást eredményeznek.

A felületi hullám — tekintve, hogy ennek terjedése a Föld fizikai, villamos tulajdonságaival van összefüggésben — viszonylag stabil, az időben gyakorlatilag állandó. Az eddigiekben említett rádióhullám-típusok közül valamely vételi ponton több is jelen lehet, ez interferencia-zavarokat okoz.

Az elmondottak következtében a rádiótelefon-technika szempontjából fontos a közvetlen hullámok valamint a visszavert hullámok továbbá ezek eredőjeként előálló hullámok figyelembevétele.

### *A path loss és fading*

A *path loss* kifejezés kapcsolatvesztésnek fordítható, és abban az esetben történhet meg, amikor a vételi helyén a hasznos jel szintje egyre kisebbé válik. A csökkenés nagysága arányos a mobilkészülék és a bázisállomás közötti távolsággal.

Ebben az esetben nincsenek fizikai akadályok a sugárzó ( $T_x$ ) és a vevő- ( $R_x$ ) antenna között. Tehát szabad terjedés esetén azt mondhatjuk, hogy egy adott antennában a vételi jel teljesítményének a nagysága fordítottan arányos az adó- és vevőantenna közötti távolság ( $d$ ) négyzetével. A vételi teljesítmény szintén fordítottan arányos az adási frekvencia ( $f$ ) négyzetével. Ezek az arányosságok egy távolságfüggő teljesítményvesztéssel ( $L_s$ ) eredményeznek:

$$L_s = d^2 f^2$$
$$L_s (dB) = 33,4(dB) + 20 \log(f_{MHz}) + 20 \log(d_{km})$$

ahol: a 33,4 dB egy arányossági állandó.

Ez az egyszerű összefüggés csak a földi mobilrádiós rendszerekre érvényes a bázisállomáshoz közel. A nem ideális földsíknak köszönhető az a jobb megközelítés, hogy a közepes jelerősség csökken a távolság mínusz negyedik hatványával ( $d^{-4}$ ) arányosan.

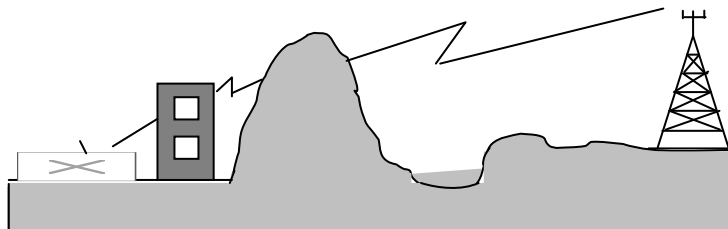
A valóságban a fent említett *path loss* sohasem fordulhat elő, mert mielőtt a teljesítménycsökkenés kapcsolatvesztéshez vezetne, minden esetben egy új átviteli utat kell létrehozni egy másik bázisállomáson keresztül. Valójában sohasem használjuk készülékünket akadálymentes környezetben. A troposzférikus rétegek villamos tulajdonságai szabják meg a hullámterjedési viszonyokat. A troposzférikus rétegek fizikai tulajdonságai az időben nem állandóak, hanem változnak a különféle időjárási, légköri jelenségeknek megfelelően. Ebből következik, hogy a légkör villamos jellemzői is, ezzel együtt pedig a hullámterjedés csillapítási, elhajlási, hullámtörési, szóródási, visszaverődési viszonyai is változnak az időben. Az előzőekből következően a vételi helyén a télerősség az időben változik. Ezt az időbeli változást *fading*-nek nevezzük. A *fading* legfontosabb típusai az interferencia *fading*, a csillapítási *fading* és a polarizációs *fading*. A vételi helyén a télerősség-változás statisztikai jellemzőit télerősség-eloszlásokkal lehet megadni. A tiszta interferencia *fading* **Rayleigh**, a csillapítási *fading* **log-normál** eloszlású.

Általánosabb az a szituáció, amikor természeti akadályok (pl. hegyek) és mesterséges építmények (pl. épületek) akadályozzák a készülék és a bázisállomás közötti rádióforgalmat. Ezekből az árnyékolási problémákból valamint a jelterjedési idők különbözőségéből adódnak a GSM-beli fading jelenségek, amelyek két fő csoportba oszthatók:

- Rayleigh fading;
- Log-normal fading.

### *Log-normál fading*

A log-normál fading-et más néven takarásos fading-nek hívják. Ezt a jelenséget a mesterséges és természetes fizikai akadályok okozzák (2. ábra). Mozgás közben a mobilkészülék és a bázisállomás közötti akadályok állandóan befolyásolják a terjedés minőségét, így a vett jel teljesítményét is. Ez a hatás különösen sűrűn lakott vagy hegyvidéki területeken okoz problémát. A log-normál fading hatásainak csökkentésére adaptív teljesítményszabályozást alkalmaznak. A bázisállomás<sup>1</sup> vagy a mobilállomás<sup>2</sup> adási teljesítményét változtatják attól függően, hogy milyen a jel erőssége. A változtatás nagyságát jelerősség-mérési eredmények adják.



2. ábra. Takarásos vagy log-normál fading

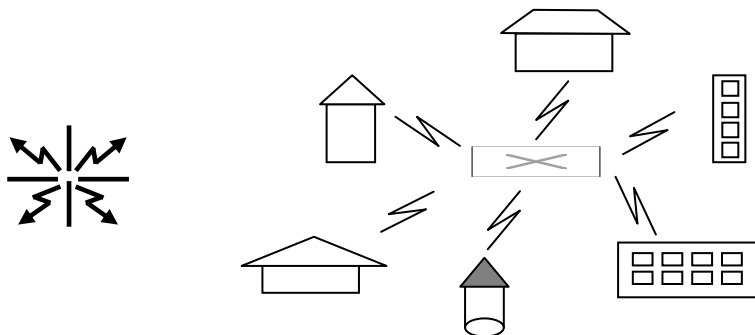
### *Rayleigh fading*

A Rayleigh fading-et a több utas terjedés okozza. Ez azt jelenti, hogy a vevőantennába érkező jel az eredetileg elküldött jelek vektorösszege. A kisugárzott jel ugyanis a terjedés során több tárgyról, épületről verődik vissza, így a megtett út hosszától függően különböző fázishelyzettel és amplitúdóval érkeznek a vevőhöz. Különösen jellemző ez a probléma a nagyvárosi területeken, ahol sok épület és építmény található, melyek reflektáló felületként viselkednek (3. ábra).

A nagyvárosi környezetben sokszor nincs egyenes út a rádióhullámok terjedésére, így olyan bázisállomások is elérhetők, amelyekre nincs rálátás, és a vétel sok esetben teljesen a visszaverődésekre támaszkodhat.

<sup>1</sup> Base Transceiver Station (BTS) — bázisállomás.

<sup>2</sup> Mobile Station (MS) — mobilállomás.



3. ábra. Többutas terjedés okozta fading

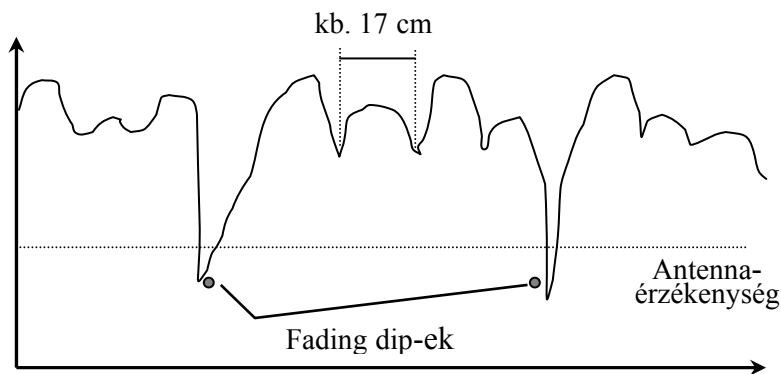
A visszaverődési különbségek alapján két fading-csoport alakítható ki:

- szelektív fading;
- flat fading.

Noha ezeknek a problémáknak az okai alapvetően ugyanazok, a hatások határozottan különbözőek és különböző megoldást is kívánnak.

### *Flat fading*

A flat fading-et a közeli tárgyakról visszaverődött jelek vektorális összege okozza. A vektorok összeadásánál — kedvezőtlen esetben —, amikor ellentétes fázisú, közel azonos nagyságú jelek összegződnek, un. fading dip-ek (völgyek) alakulhatnak ki (4. ábra). Ilyenkor a jel nagysága a vevő érzékenysége alá süllyed, és információvesztés fordulhat elő.



4. ábra. A fading dipek előfordulása

A fading dip-ek előfordulása között eltelt idő függ a mobilkészülék mozgási sebességétől és az adási frekvenciától. Jó közelítéssel azt mondhatjuk, hogy a két fading dip közötti távolság körülbelül egy fél hullámhossz. Mivel a GSM a 900

MHz-es sávban dolgozik, ez a távolság itt 17 cm-nek felel meg (4. ábra). Tehát, ha a mobilállomás 50 km/h sebességgel mozog, akkor a két kioltás közötti időt a következőképpen lehet kiszámolni:

$$v = 14 \frac{m}{s}; \lambda \approx 0,3 m \Rightarrow \frac{\lambda}{2v} = 10,7 ms$$

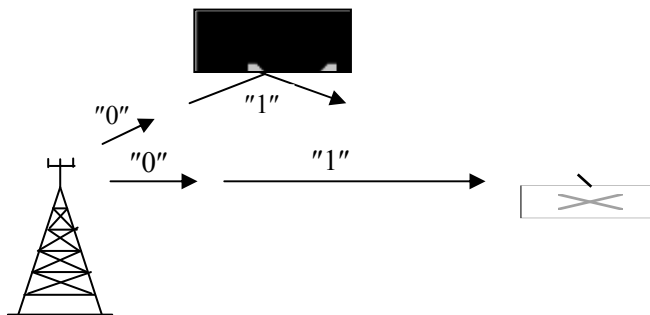
ahol:  $v$  — mobilállomás sebessége;

$\lambda$  — a jel hullámhossza.

A jel szintje pillanatról pillanatra változik, de jó közelítéssel egy középértékkel lehet jellemezni. A fading dip-ek szintje jóval kisebb a középértéknél. A vevőantenna érzékenységét a lehetőségekhez képest úgy kell meghatározni, hogy néhány decibellel a fading dip-ek szintje alatt legyen.

### Szelektív fading

A szelektív fading-nek vagy más néven idődiszperzióknak szintén a visszaverődés az oka, de ellentétben a flat fading-gel, a visszavert jel egy, a vevőantennától távoli tárgyról verődik vissza (ez a távolság több kilométer is lehet).



5. ábra. A szelektív fading

Az idő-diszperzió okozza az ún. ISI<sup>3</sup> jelenséget. Az ISI azt jelenti, hogy az egymást követő bitek a távoli tárgyról való visszaverődés következtében interferálnak más bitekkel, ami nehézséget okoz annak eldöntésében, hogy mi volt az eredeti bit értéke.

Vegyünk egy példát a 5. ábrának megfelelően. A bázisállomás sorrendben „1” és „0” jeleket küld ki. Ha a reflektált jel pontosan egy bit-idővel később érkezik az egyes úton terjedőnél, akkor a vevő „1”-et fog érzékelni a visszavert hullámból ugyanabban az időben, amikor az egyes hullámból „0” jön. Az „1” megzavarja a „0” jelet.

Mivel a bitsebesség a GSM-ben 270 Kbit/s, a két bit között eltelt idő 3,7  $\mu$ s. Ez az idő a jelterjedés szempontjából 1,1 km-nek felel meg. Tehát, ha a jel egy, a mobilállomás mögött 1 km távolságban levő tárgyról verődik vissza, 2 km-rel több utat

<sup>3</sup> ISI — Inter Symbol Interference.

tesz meg, mint az egyenes úton közlekedő. Ez azt jelenti, hogy a visszavert jel összekeveredik a két bitidővel később jövő, egyenes úton terjedővel.

Az idődiszperzió problémája igen sok fejtörést okozott a szakembereknek. A megoldást a következő fejezetben próbáljuk feltárni.

### ***A csatornakódolás és interleaving elve***

A digitális átvitel során az átvitel minőségét jól jellemzi a bit-hibaaarány<sup>4</sup>. A bit-hibaaarány érték egy bináris jelfolyam meghatározott időtartama alatt előforduló téves biteknek az összes bitre vonatkoztatott aránya. Arra kell törekedni, hogy ezt az értéket olyan kicsire csökkentsük, amilyen kicsire csak tudjuk. Az átviteli út (levegő) állandóan változik, emiatt a bit-hibaaarány sem állandó. Teljesen hibamentes átvitel csak ideális esetben létezik, ezért a cél a bit-hibaaarány egy még számunkra elfogadható érték alatt tartása. Az ismert hibaaarány mellett előforduló hibákat helyre kell állítani, vagy legalább detektálni kell ahhoz, hogy ne kezeljük őket úgy, mintha helyes értékek lennének. Ez különösen fontos adatátvitelnél, beszédátvitel esetében magasabb bit-hibaaarány is elfogadható.

### **A csatornakódolás**

Az átviteli minőség javítására és a terjedési hatások kompenzálására a GSM-ben csatornakódolást használnak. A csatornakódolás segítségével megvalósítható a vételi jelfolyamban a hibák detektálása és kijavítása. Ennek a tulajdonságnak az ára az, hogy több információt kell átvinnünk a vonalon. A csatornakódolás során olyan redundáns biteket keverünk bele a jelfolyamba, amiket megfelelő algoritmusok segítségével magából a jelfolyamból számítunk ki. A dekódolás során ezeket a redundáns biteket használják fel a hibajelenségek detektálására és kijavítására. A hibafelderítés úgy történik, hogy az átküldött redundáns biteket összehasonlítjuk a vételi jelsorozatból kiszámolt értékekkel.

Nézzünk egy egyszerű példát:

Egy csatornán „1” és „0” jeleket akarunk kiküldeni. A hibavédelem okáért minden bithez további három bitet teszünk hozzá.

<b>információ</b>	<b>többlet információ</b>	<b>elküldött információ</b>
0	000	0000
1	111	1111

Minden adóoldali bithez (0, 1) egy helyes vevőoldali kombináció tartozik (0000, 1111). Ha más értéket detektálunk, mint 0000 vagy 1111, akkor az átvitel során hibák keletkeztek. A redundáns bitek lehetővé teszik a hibák kezelését:

---

<sup>4</sup> Bit Error Rate (BER) — Bit-hibaaarány.

<b>Vételi kombinációk:</b>	0000	0010	0110	0111	1111
<b>Vételi információk:</b>	0	0	X	1	1

Ha a vételi kombináció egy bitben tér el a két lehetséges értéktől (pl. 0000 helyett 0001-et veszünk), akkor meg tudjuk határozni az eredeti értéket. Ha két bit hibás (pl. 1001 vagy 0110 stb.), csak azt tudjuk, hogy az átvitel során hiba keletkezett, de a helyes értéket nem tudjuk megmondani. Három vagy négy hibás bitnél sem detektálni, sem kijavítani nem tudjuk a hibás biteket. Ezért erre a kódolóra azt mondhatjuk, hogy 2 bites hibafelderítő és 1 bites hibajavító kódoló.

A hibajavító kódokat két nagy csoportra oszthatjuk: a blokk-kódokra és a konvolúciós kódokra.

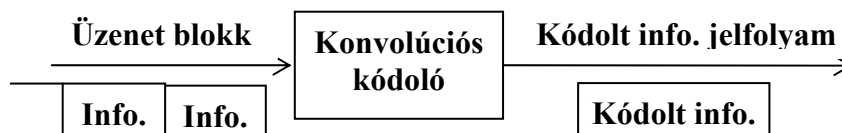
A blokk-kódolás (6. ábra) lehetővé teszi a hiba detektálását. Minden információs blokk végére paritás vagy ellenőrző összegző biteket helyezünk el. A redundáns bitek értéke a blokkban található információtól függ, így ha ez sérül az átvitel során, az ellenőrző bitek nem lesznek jellemzőek a blokkra.



6. ábra. A blokk-kódolás

A konvolúciós kódoló (7. ábra) eljárás lehetővé teszi a blokkokban felfedezett hibák kijavítását. Ennek az ára az, hogy az átvinni kívánt információ mennyisége jelentősen megnövekedik. Míg a blokk-kódolás során a blokk méretét kevés redundáns bittel növeljük, a konvolúciós kódoló minden egyes bithez hozzátesz egy járulékos bitet.

A kódolás során keletkező bitek nemcsak az aktuális értéktől függenek, hanem az azt megelőzőktől is.



7. ábra. A konvolúciós kódoló

A konvolúciós kód a forrásorozat konvolúciós eredményeinek az átviteléből áll. Az eredmények, a konvolúciós formula szerint késleltetett forrás sorozatok összeadásából keletkeznek.

Például egy kódoló kimenetén  $c = 2$  darab konvolúciós sorozat jelenik meg, tehát két konvolúciós formulát tartalmaz. Ezeket úgy kaphatjuk meg, hogy a megfelelően elléptetett bemeneti sorozatokon bitenként alkalmazzuk a kizáró vagy (?) műveletet:

- a  $c_1$  konvolúciós eredmény: a bemeneti sorozat, az egy bitidővel késleltetett bemeneti sorozat és a három bitidővel késleltetett bemeneti sorozatból származik;
- a  $c_2$  konvolúciós eredmény: a bemeneti sorozat, a két bitidővel késleltetett bemeneti sorozat és a három bitidővel késleltetett bemeneti sorozatból származik.

Az átviteli sebesség a kódolás után a duplája lesz az eredeti sebességnek. Az említett művelet leírható generátor polinomokkal:

$$c_1 = D^3 \oplus D \oplus 1; c_2 = D^3 \oplus D^2 \oplus 1$$

Két módosított változatot használnak a GSM-ben. Az elsőben a kimeneti sorozat véges  $p$  bitszámú blokkokból áll. A kódolás a fent leírtak szerint történik azzal a különbséggel, hogy a léptetések előtt néhány ismert bitet teszünk a blokk két végére, ezeket a biteket végződés<sup>5</sup> biteknek nevezzük. A másodikban a hatékonyság  $p/q$  arányban nő, amit úgy kapunk meg, hogy a kódon elvégezzük az ún. puncturing műveletet. A  $p$  bitmennyiségből csak  $q$ -t tartunk meg egy előre meghatározott szabály szerint.

1. táblázat

Bementi blokk	12 bit	100100110101
Tail bitek hozzáadása	18 bit	000100100110101000
Késleltetés 1 bitidővel		000100100110101000
Késleltetés 2 bitidővel		000100100110101000
Késleltetés 3 bitidővel		000100100110101000
1. konvolúciós sorozat	15 bit	11001000100100
2. konvolúciós sorozat	15 bit	10100101111011
Puncture 2. sorozat	8 bit	1 1 0 0 1 1 1 1
Átvitt blokk	23 bit	11101010000011001001

Például alkalmazzuk a második változatot  $b = 12$  bitre (1. táblázat). A 12 bit elejére és végére 3-3 nullás bitet illesztünk, és a két konvolúciós polinom szerinti műveleteket elvégezve ( $c_1 = D^3 \oplus D \oplus 1$ ;  $c_2 = D^3 \oplus D^2 \oplus 1$ ) 15-15 bitet kapunk (1. és 2. konvolúciós sorozat). Ahhoz, hogy a hatékonyságot megnöveljük, a 2. konvolúciós sorozatból csak minden második bitet vesszük figyelembe. A végső 23 bites blokk úgy épül fel, hogy az első konvolúciós sorozat bitjei kettősével közrefogják a második konvolúciós sorozatból származó 8 bitet.

A „perforálás”<sup>6</sup> kódolást adatátvitel esetén alkalmazzák, a beszéd és más információk kódolásakor mindkét konvolúciós sorozatot teljes egészében átviszik.

<sup>5</sup> tail — végződés.

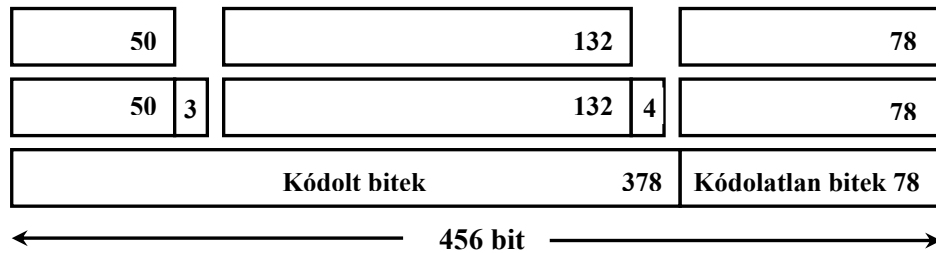
<sup>6</sup> Puncturing — perforálás, átszűrés.



A GSM-ben a beszédkódolóból 20 ms-os 260 bitet tartalmazó minták érkeznek a csatorna kódoló bemenetére. A 260 bit három csoportra van osztva a fontosság szempontjából:

- 50 nagyon fontos bit (C1a);
- 132 fontos bit (C1b);
- 78 nem túl fontos bit (C2).

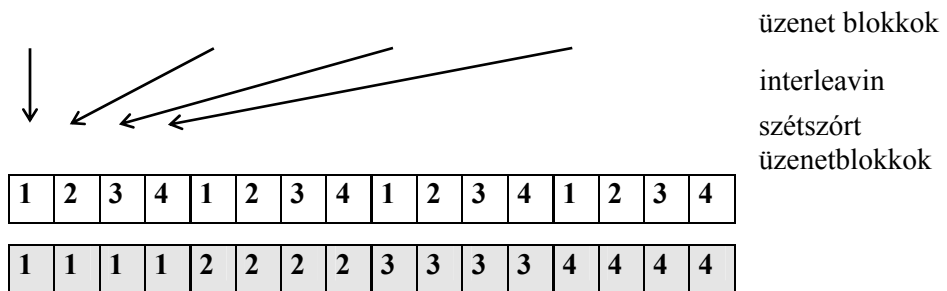
Az első 50 bites csoportot blokk-kódolásnak vetik alá, ezáltal kiegészül 3 paritásbittel. Majd az 53 bit a 132 fontos bittel együtt a konvolúciós kódolóba kerül, ahol megduplázódik a bitszám (378). A megmaradó 78 bit (C2) kódolatlan marad (8. ábra). A bejövő 260 bitből a csatornakódolás során 456 bit lesz, az átviteli sebesség ezáltal 22,8 kbit/s-ra nő.



8. ábra.

### A csatornaidőzítés elve

A csatornaidőzítés<sup>7</sup> művelet elvégzése úgy történik, hogy szétválasztjuk az egymás mellett levő szomszédos biteket, melyek egy üzenetblokkban helyezkednek el. Miért hasznos ez? Először, a rádiós átvitel során a bithibák nagyobb része csoportos hiba, tehát nem egyetlen bitet érint. Másodszer nyilvánvaló, hogy nehezebb a csoportos hibák kezelésére alkalmas kódolót alkotni. Jobb teljesítményt lehet elérni a véletlenszerűen előforduló hibák esetén. A csatornakódolás jobb hatásfokkal detektálja és javítja az egyszeres bithibákat, mint a hibacsomókat.



<sup>7</sup> interleaving — csatornaidőzítés.

### 9. ábra. A csatornaidőzítéses művelete

A csatornaidőzítés művelete (9. ábra) lényegében abból áll, hogy egy üzenetblokk bitjei bizonyos szabályok szerint átrendeződnek abból a célból, hogy az egymás után következő bitek összefüggése megszűnjön.

Ha egy ilyen „szétszört” blokk az átvitel során „megsérül” vagy elveszik, a fenti példában csak az eredeti üzenetblokk 25%-a sérül meg (10. ábra). Úgy kell megválasztani a csatornaidőzítés formulát, hogy  $x$  százaléknyi információ elvesztése esetén a dekódoló még helyre tudja állítani az eredeti üzenetblokkot. Minél nagyobb a bitek szétszórása, annál valószínűbb a jobb átviteli minőség, viszont egy teljes üzenetblokk-átvitel sebessége csökken. E két tulajdonság egyensúlyban tartása érdekében többféle csatornaidőzítéses formulát szabványosították a GSM-ben attól függően, hogy a csatornát milyen célra használják.

1	X	3	4	1	X	3	4	1	X	3	4	1	X	3	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

10. ábra.

A csatornakódolás és csatornaidőzítés megvalósítását részletesen a Repüléstudományi Közlemények következő számában tárgyaljuk.

## A fizikai csatorna-felépítés struktúrája

A GSM-ben egy vivőfrekvencián (teljes sebességű átvitel esetén) 8 időosztásos csatorna (slot vagy időrés) helyezkedik el, mely tulajdonképpen 8 egyidejű beszélgetést jelent. A 8 időrésből álló egységet *TDMA*<sup>8</sup> keretnek nevezzük.

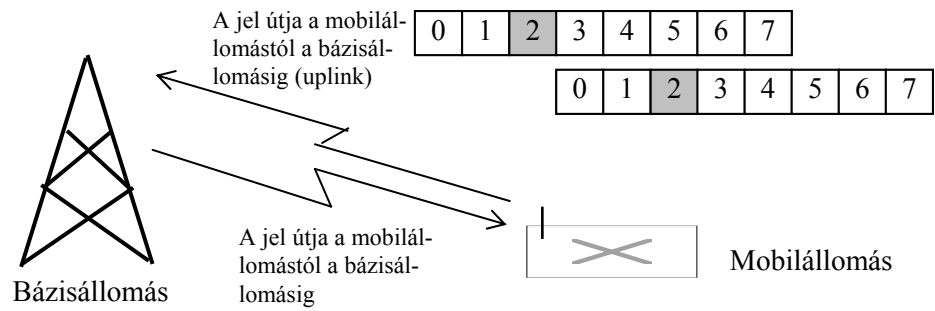
Az időrés tartalmazza — a Repüléstudományi Közlemények következő számának egyik fejezetében részletesen is ismertetésre kerülő — az ún. rövid impulzus sorozatot<sup>9</sup>, mely lényegében a GSM-ben az információ alapegységének tekinthető. A jel útja a mobilállomástól a bázisállomásig<sup>10</sup> és a jel útja a bázisállomástól a mobilig<sup>11</sup> irányú átvitel a csatornák szempontjából kissé eltér egymástól, mivel a jel útja a mobilállomástól a bázisállomásig TDMA-keret 3 időréssel tér el a jel útja a bázisállomástól a mobilig kerethez viszonyítva (11. ábra).

<sup>8</sup> Time Division Multiple Access (TDMA) — idő szerinti többszörös hozzáférés

<sup>9</sup> burst — rövid impulzussorozat.

<sup>10</sup> uplink — a jel útja a mobilállomástól a bázisállomásig.

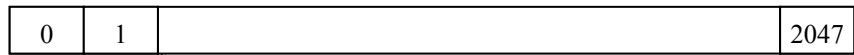
<sup>11</sup> downlink — a jel útja a bázisállomástól a mobilig.



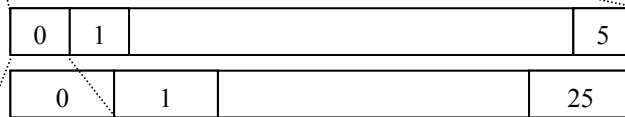
11. ábra. A jel útja a mobilállomástól a bázisállomásig TDMA-keret 3 időréssel való eltérése a jel útja a bázisállomástól a mobilállomásighoz viszonyítva

A rádiós interfész keretstruktúráját a 12. ábrán láthatjuk.

1 hyperkeret = 2048 szuperkeret = 2 715 648 TDMA-keret (3 óra 28 perc 53 s 760 ms)



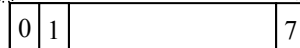
1 szuperkeret = 51 (26-os) multikeret = 26 (51-es) multikeret = 1326 TDMA-keret (6,12 s)



1 (26-os) multikeret = 26 TDMA-keret (120 ms) 1 (51-es) multikeret = 51 TDMA-keret (235,4 ms)



1 FDMA-keret (4,615.ms)



12. ábra. Keretszervezés a rádiós interfészen

A TDMA-keret hossza 4,615 ms. Az alapkeretből épül fel a *multikeret*, mely kétféle lehet. Az egyik 26 TDMA-keretből (hossza 120 ms), a másik 51 TDMA-keretből (235,4 ms) áll attól függően, hogy a keret beszéd- vagy jelzésinformációt tartalmaz.

A kétféle multikeretből két egyforma hosszúságú *szuperkeret* hozható létre. A szuperkeretek 1326 TDMA-keretet tartalmaznak. Ez azt jelenti, hogy a 26 TDMA-keretet tartalmazó multikeret 51-szer, az 51 TDMA-keretet tartalmazó multikeret pedig 26-szor ismétlődik a szuperkeretben. A szuperkeret ideje 6,12 s.

A *hyperkeret* a rádiós interfész legnagyobb információs egysége. Tartalma 2048 szuperkeret, mely pontosan 2 715 648 TDMA keretet jelent. A hyperkeret ismétlődési ideje 3 óra 28 perc 53 másodperc 760 ms.

## Logikai csatornák típusai és feladataik

Ebben a fejezetben az a célunk, hogy összefoglaló ismertetést adjunk a GSM-ben használt logikai csatornák osztályozásáról, típusairól valamint azok főbb funkcióiról.

A 10 féle csatornatípus többször is elő fog fordulni a cikk további részeiben, így célszerű azok nevét, funkcióit már most megtanulni. A csatornafunkciókat, az általuk hordozott információkat illetően most nem törekszünk a teljességre, mert azok teljes átlátásához, megértéséhez további ismeretekre van szükség.

A logikai csatorna nem olyan „kézzelfogható”, mint az előző fejezetben ismertetett fizikai csatorna, melynek időtartama, hossza meghatározható, időben elhelyezhető. A logikai csatornákat lényegében a bennük foglalt információ típusa szerint definiálhatjuk, a rádiós interfészen a titkosított beszéd vagy adat és a különböző jelzések információit tartalmazzák. Egy-egy logikai csatorna különböző fizikai csatornákon (időrésben) realizálódik, melynek módját a Repüléstudományi Közlemények következő számában ismertetjük.

A logikai csatornák két nagy kategóriába sorolhatók, ezek a következők:

- forgalmi csatornák;
- vezérlő vagy jelzescsatornák.

A logikai csatornákon történő információátvitel történhet pont–pont összeköttetésben vagy pont–több pont között. A második esetben közvetítő jellegű átvitelről<sup>12</sup> beszélünk. Az átvitel iránya a csatornafunkciótól függően lehet:

- a jel útja a mobilállomástól a bázisállomásig;
- a jel útja a bázisállomástól a mobilig;
- vagy kétirányú.

A továbbiakban ismertetjük az egyes logikai csatornák típusait és feladatait.

### *Forgalmi csatorna*<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Broadcast channel (BCH) — közvetítő csatorna.

<sup>13</sup> Traffic channel (TCH) — forgalmi csatorna.

Kódolt beszéd- vagy adatátvitel történik ezen a csatornán. Amikor a jel útja a mobilállomástól a bázisállomásig és a jel útja a bázisállomástól a mobilig irányban, pont–pont összeköttetésben.

A forgalmi csatorna több fajtáját is megkülönböztetjük a hasznos információ sebességétől függően. A beszédátvitelben tipikusan kétféle forgalmi csatornát lehet megkülönböztetni:

- teljes sebességű<sup>14</sup> 13 kbit/s-os átviteli sebességgel;
- félsebességű<sup>15</sup> 6,5 kbit/s-os átviteli sebességgel.

Az adatátvitel esetén többféle forgalmi csatornát használnak az adatátvitel sebességétől függően.

### ***Vezérlő- vagy jelzés csatornák***<sup>16</sup>

Jelzés illetve szinkronizációs bitek továbbítása történik ezeken a csatornákon. A vezérlőcsatornák három csoportba oszthatók:

- közvetítő (broadcast);
- közös (common);
- címzett (dedicated) csatornákra.

Ezek mindegyike további alosztályokra oszlik:

#### **Közvetítő csatornák**

A közvetítő csatornák a bázisállomás és a cellában tartózkodó mobilkészülékek közötti jelzésátvitelt szolgálják. Ahhoz, hogy egy készülék a bekapcsoláskor vagy roaming esetén a cellahatár átlépésénél azonosítani tudja az aktuális cellakörzetet, vagy hogy melyik állomással van rádiós összeköttetésben, számos adatot, információt kell a bázisállomásnak folyamatosan sugározni. Az összeköttetés tehát a jel útja a bázisállomástól a mobilig, és egy pont (bázisállomás) és több pont (mobilállomás) között valósul meg.

**FREKVENCIA-KORREKCIÓS CSATORNA**<sup>17</sup>: A csatorna olyan információt tartalmaz, amelynek segítségével a mobilállomás az aktuális bázisállomáshoz tartozó közvetítő vivőre (jelátvitel ellenőrző csatorna) tud hangolni. A frekvencia korrekciós csatorna lényegében egy modulálatlan szinusz-jel, melyre a mobilállomás bekapcsolása után vagy új cellába történő átlépéskor (roaming) ráhangol.

**SZINKRONIZÁCIÓS CSATORNA**<sup>18</sup>: Amikor a mobilállomás ráhangol a bázisállomás vivőjére, további információkra van szüksége ahhoz, hogy a rendszerhez kapcsolódjon, hívást fogadhasson vagy kezdeményezhessen. A mobilállomás a

---

<sup>14</sup> Traffic channel full-rate (TCH/F) — forgalmi csatorna teljes sebességű.

<sup>15</sup> Traffic channel half-rate (TCH/H) — forgalmi csatorna félsebességű.

<sup>16</sup> Control Channel (CCH) — vezérlő vagy jelzőcsatorna.

<sup>17</sup> Frequency Correction Channel (FCCH) — frekvencia korrekciós csatorna.

<sup>18</sup> Synchronization Channel (SCH) — szinkronizációs csatorna.

szinkronizációs csatornán detektálja az ún. TDMA keretszámot (TDMA-frame number), mely a titkosítási algoritmus egyik paramétere valamint az aktuális bázisállomás azonosítóját.

A JELÁTVITEL ELLENŐRZŐ CSATORNA<sup>19</sup>: A csatornán a bázisállomások olyan további általános információkat sugároznak a mobilállomások részére, melyek a rádiós átvitelhez szükségesek:

- cellában használt frekvenciák;
- frekvencia-ugrálás (frequency hopping) szekvenciája;
- csatorna-kombináció (hívás-felépítéshez szükséges);
- lapozó (paging) csoportok;
- környező cellák információi.

### Közös vezérlőcsatornák<sup>20</sup>

A közös vezérlőcsatornák pont–pont közötti összeköttetésben realizálódnak. Ez azt jelenti, hogy a csatornákat a mobilkészülékek közösen használják, azonban a jelzésinformáció csakis egy bizonyos mobilállomásra vonatkozik.

„KÖRÖZVÉNYES VAGY LAPOZÓ” CSATORNA<sup>21</sup>: A mobil keresésére, hívásértésítésére használt csatorna (page, search). Irány: a jel útja a bázisállomástól a mobilig.

VÉLETLEN HOZZÁFÉRÉSŰ CSATORNA<sup>22</sup>: Ha egy mobil előfizető hívást szeretne kezdeményezni, vagy egy hívó csatornán jövő hívásértésítésre (page response) válaszolni, a központot a véletlen hozzáférésű csatornán keresztül érheti el. Irány: a jel útja a mobilállomástól a bázisállomásig.

„HOZZÁFÉRÉST FELKÍNÁLÓ” CSATORNA<sup>23</sup>: Egy hívásfelépítéshez számos jelzést váltás történik a mobilállomás és a bázisállomás ill. a központ között. Ahhoz, hogy ne kelljen közös (common) csatornát lefoglalni ezen információk átvitelére, a mobilállomásnak egy ideiglenes jelzescsatornát oszt ki a központ (ez lesz az egyedi hozzáférésű csatorna). A hozzáférést felkínáló csatorna feladata pontosan ennek a csatornának a kijelölése. Irány: a jel útja a bázisállomástól a mobilig.

### Címzett jelzescsatornák<sup>24</sup>

A dedikált (vagy egy mobil részére fenntartott) jelzescsatornák a hívás felépítéséhez, a folyamatos beszéd és adatátvitel biztosításához (pl. handover esetén) szükséges jelzések átvitelét biztosítják. Ez azt jelenti, hogy az összeköttetések kétirányúak (a jel útja a mobilállomástól a bázisállomásig és a jel útja a bázisál-

<sup>19</sup> Broadcast Control Channel (BCCH) — jelátvitel ellenőrző csatorna.

<sup>20</sup> Common Control Channels (CCCH) — közös ellenőrző csatorna.

<sup>21</sup> Paging Channel (PCH) — lapozó csatorna.

<sup>22</sup> Random Access Channel (RACH) — véletlen hozzáférésű csatorna.

<sup>23</sup> Access Grant Channel (AGCH) — hozzáférést felkínáló csatorna.

<sup>24</sup> Dedicated Control Channels (DCCH) — címzett ellenőrző csatorna.

lomástól a mobilig) valamint pont-pont közöttiek. Három típusát különböztetjük meg:

- „EGYEDI HOZZÁFÉRÉSŰ” JELZÉSCSATORNA<sup>25</sup>: A hívás felépítéséhez szükséges jelzések (pl. jogosultsági vizsgálat, forgalmi csatorna kijelölése) továbbítására a hozzáférést felkínáló csatorna minden érdekelt mobil részére kijelöl egy egyedi hozzáférésű jelzescsatornát. Egy cellában összesen 8 egyedi hozzáférésű jelzescsatorna található. Amikor a jelzészváltás befejeződött és egy forgalmi csatornát a vezérlő lefoglalt a kommunikáció (beszéd vagy adat) céljára, a mobilkészülék „elhagyja” az egyedi hozzáférésű jelzescsatornát, és a következő pillanatban ugyanazt az egyedi hozzáférésű jelzescsatornát már egy másik mobilállomás használhatja ugyanerre a célra.
- „LASSÚ KAPCSOLATÚ” JELZÉSCSATORNA<sup>26</sup>: A lassú kapcsolatú jelzescsatorna minden forgalmi csatornához és egyedi hozzáférésű jelzescsatornához kapcsolódik. Ezen a jelzescsatornán a mobilkészülék az általa mért – az aktuális (serving) ill. a szomszédos cellákra vonatkozó – jelerősség értékeket folyamatosan küldi a központ felé. A mérések alapján eldönthető, hogy szükség van-e a handover eljárás megindítására vagy sem. A mobilkészülék kimeneti teljesítményének valamint a cellán belül mozgó mobilállomás korrekt időzítésének (time alignment) szabályozásához, beállításához szükséges információk is az egyedi hozzáférésű jelzescsatornán érkeznek.
- „GYORS KAPCSOLATÚ” JELZÉSCSATORNA<sup>27</sup>: A lassú kapcsolatú jelzescsatorna funkcióhoz külön fizikai csatorna rendelhető, a gyors kapcsolatú jelzescsatorna azonban csak indokolt esetben (pl. sürgős handovernél) jelenik meg. A gyors kapcsolatú jelzescsatorna lényegében a forgalmi csatornán realizálódik abban az esetben, ha ezt a forgalmi csatorna két bitje jelzi. Ilyenkor a forgalmi csatornán történő titkosított beszédbitek helyett jelzések átvitele történik. A folyamat olyan gyors (max. 20 ms), hogy a beszéd minőségét ez nem zavarja.

### **Beszédkódolás**

A 13. ábra mutatja a GSM rendszerű adó blokkvázlatát. A beszéd-átalakítás több lépcsőben történik meg. Az átalakítások egy része a hibavédelmet, egy másik része pedig az információvédelmet szolgálja.

A beszéd digitalizálása 8 kHz-es mintavételi frekvenciával történik. A PSTN rendszerekben alkalmazott impulzuskód moduláció<sup>28</sup> beszédkódoló eljárásban minden mintát 8 bit reprezentál 8 kHz-es mintavételi frekvencia mellett. Ez vég-

---

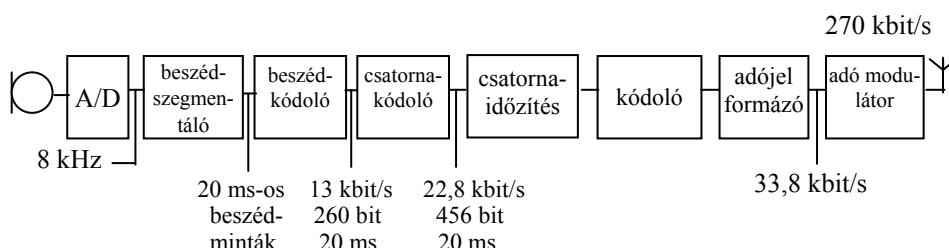
<sup>25</sup> Stand-alone Dedicated Control Channel (SDCCH) — egyedi hozzáférésű jelzescsatorna.

<sup>26</sup> Slow Associated Control Channel (SACCH) — lassú kapcsolatú jelzescsatorna.

<sup>27</sup> Fast Associated Control Channel (FACCH) — gyors kapcsolatú jelzescsatorna.

<sup>28</sup> Pulse Code Modulation (PCM) — impulzuskód moduláció

eredményben egy csatornára 64 kbit/s-os sebességet eredményez. A GSM-ben ez a sebesség túl magas lenne a fennálló sávszélesség-korlátok miatt. Ezért a beszédkódolás egy alternatív formáját használják.



13. ábra. A mobilkészülék adóegysége

Az alkalmazott hibrid kódoló a különböző digitális rendszerekben alkalmazott hullámforma kódoló és vokóder (forráskódoló) keveréke.

### Hullámforma-kódoló

A *hullámforma-kódolás* a beszéd, mint véletlen hullámforma lehetőleg hű átvitelét, az eredeti jel reprodukálását igyekszik megvalósítani. Ezek lényegében bonyolult analóg-digitális vagy adaptív analóg-digitális átalakítók. A hullámforma-kódolók készítésénél kihasználják a beszédre vonatkozó statisztikai ismereteket. E kóderek figyelembe veszik a beszéd amplitúdó-eloszlását, spektrális tulajdonságait, spektrális sűrűségeloszlását és a beszéd autokorrelációját. Ebbe a csoportba tartozik a impulzuskód moduláció kódoló is.

### Forráskódoló

A *vokóderek* nem közvetlenül a beszéd hullámformáját kódolják át, hanem az emberi beszédkeltésre vonatkozó ismeretekből származó elveket, törvényszerűségeket, paramétereket igyekeznek kihasználni, megvalósítani. Ez az adóoldalon valós idejű analízist, a vevőoldalon valós idejű szintézist igényel. Az ilyen rendszerek az adóoldalon elvégzett analízis vagy predikció alapján a hullámformát meghatározó beszédparamétereket (pl. magánhangzók jellemzői, zöngés és zöngétlen mássalhangzók adatai, a zöngés hang alaphangfrekvenciája) továbbítják. A vevőoldalon pedig a paramétereket beszédszintetizátor vezérlésére használják.

A megvalósítás úgy történik, hogy az emberi beszédszerveket próbálják leutánozni. A beszédszervek felfoghatók úgy, mint egy szűrőhálózat, amelyet valamilyen impulzusok gerjesztenek. Az impulzusok a rezgő hangszálaktól származnak, a szűrő pedig a szájból, fogakból és a nyelvből épül fel. Természetesen a szűrőparaméterek és a gerjesztő impulzusok folyamatosan változnak, de

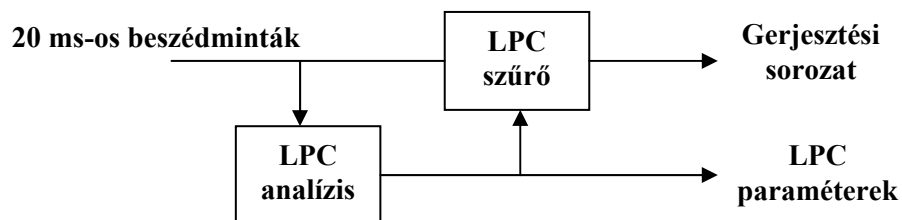


a beszédszervek lassúságának köszönhetően kb. 10–30 ms ideig állandónak vehetjük őket. A megvalósítás során készítünk egy szűrőparaméter listát aszerint, hogy milyennek néz ki a szűrő a 20 ms-os vizsgálati idő alatt, valamint tároljuk a gerjesztő jelsorozatot is. A szűrőparaméterek a gerjesztő impulzusokkal együtt leírják a 20 ms idejű beszédet. Az átvitel során ezeket a paramétereket továbbítjuk. A vokóderek hátránya, hogy az így kódolt beszéd élethűsége nem túl jó, viszont a bitsebesség igen alacsony lehet ( $n \cdot \text{kbit/s}$ ).

### Hibrid kódoló

A GSM-ben a lineáris előrejelző kódolást<sup>29</sup>, hosszúidejű előrejelző<sup>30</sup> és szabályos gerjesztő impulzus<sup>31</sup> kódolási eljárást alkalmazzák. Az itt alkalmazott *hibrid* kódoló ötvözi az előbbi eljárások jó tulajdonságait. A beszédátviteli minőség a hullámforma kódolóéval egyező a vokóder átviteli sebessége mellett.

A lineáris előrejelző kódolás a jel előző mintavétele során megállapított jellemzői alapján előre becsüli a jel következő viselkedését, jellemzőit, amelyek átvitelre kerülnek.



14. ábra. A lineáris előrejelző kódolási eljárás

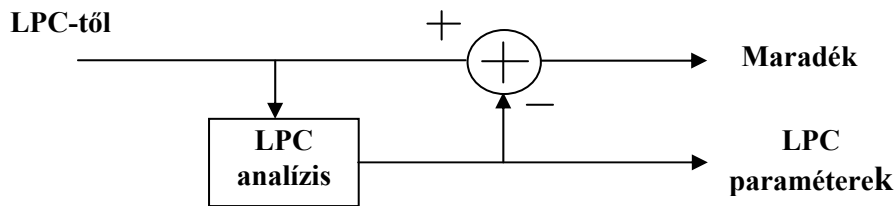
A 20 ms-os beszédmintákat egy inverz szűrőn vezetik át, a lineáris előrejelző kódolás szűrő paraméterei is függenek a mintától. A szűrő impulzusválasza és a szűrőparaméterek kerülnek továbbításra.

A hosszúidejű előrejelző a beszéd egymást követő mintái nagyon hasonlóak. Ezt a hasonlóságot használják ki a hosszúidejű előrejelző szűrőben, amelyben kivonják a megelőző lineáris előrejelző kódolás gerjesztési sorozatot az aktuálisból. A maradék és a hosszúidejű előrejelző paraméterek kerülnek továbbításra.

<sup>29</sup> Linear Predictive Coding (LPC) — lineáris előrejelző kódolás.

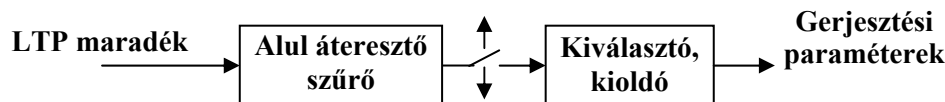
<sup>30</sup> Long Term Prediction (LTP) — hosszúidejű előrejelző.

<sup>31</sup> Regular Pulse Excitation (RPE) — szabályos gerjesztő impulzus.



15. ábra. A hosszúidejű előrejelző kódolási eljárás

Az RPE az LTP-ben képződött maradék szűrés és mintavételezés után egy hullámforma kódolóba jut, amelyben minden harmadik mintát kódolják és küldik el.



16. ábra. A szabályos gerjesztő impulzus kódolási eljárás

Az LPC+LTP művelet után a jelsebesség 3,6 kbit/s, ehhez hozzájön még az RPE kódolás 9,4 kbit/s-os sebessége, így végeredményben a beszédkódoló kimenetén 13 kbit/s a jelsebesség. A 20 ms-os, kódolt, 13 kbit/s sebességű beszédminták 260 bitet tartalmaznak.

### Az adatátvitel jellemzői

A GSM rendszer esetén az volt a cél, hogy lehetőség szerint korlátozzák a különböző átviteli módok számát. A korlátozáshoz szükséges vizsgálatok iránya az átviteli minőség és a késleltetési tényező felé mutatott, és az eredmény a két tényező kompromisszumaként alakult ki. Az információátvitel mobil vonalakon nem olyan egyszerű, mint vezetékes hálózat esetén. Ezekon a vonalakon a 10-3-os bithiba-arány nem szokatlan jelenség. A beszédátvitel folyamán ez nem okoz semmilyen problémát, de az adatszolgáltatásoknál megengedhetetlen a vonal ilyen méretű romlása. Ahhoz, hogy mégis bevezethető legyen ez a szolgáltatás, hibajavító protokollok alkalmazására van szükség mind a két végpont között, mind pedig az átviteli út különböző részein. Az eddig létező protokollokat a vezetékes hálózat számára tervezték, s így sokkal „elnézőbbek”, mint amire a rádióösszeköttetés folyamán szükség lenne. Azon kívül ezek a hibajavító eljárások nem minden adatszolgáltatásnál használhatók. A fenti tényekből adódó hiány szükségessé tette egy, a GSM átviteli láncon belüli hibajavító eljárás létrehozását.

Az információátvitel szabályai szerint adott az átviteli sebesség, a hibák forrása valamint az átviteli karakterisztika, akkor a hibajavítás kompromisszum az adatbocsátás volumene, az átviteli késleltetés és a megmaradó bithiba-arány tekintetében. A GSM-rendszer esetében nincs olyan létező egyetlen kompromisszumos megoldás, amelyik az összes adatátviteli szolgáltatásnál használható

lenne. Néhány esetben elfogadott a kisebb késleltetésből adódó magasabb bithiba-arány, míg más alkalmazásoknál — mint pl. a fax — hosszú késleltetésre van szükség a megfelelő átviteli minőség eléréshez. Éppen ezért a GSM-ben többféle típusú összeköttetés is elfogadott.

Az eltérő típusok között alapvető különbség van. Az egyik eljárásban, amit a GSM-specifikációkban „T” kapcsolatnak vagy más néven transzparens átvitelnek neveznek, a rádióinterfész átviteli rendszerén alapuló vevőoldali hibajavítással történik a hibák korrekciója. A másik eljárás folyamán, amit a GSM-specifikációk „NT” vagy nem átlátszó kapcsolatként emlegetnek, ha a vevőoldal hibás átvitelt érzékel, az adóoldal megismétli az átvitelt.

A „T” átviteli módot az ISDN-specifikációkból (egész pontosan a V.110 ajánlásból) vette át a GSM-rendszer. Az átvitel folyamán a TAF és az IWF közötti szakasz szinkron átviteli útként viselkedik, az átviteli sebesség konstans valamint a késleltetés is rögzített. A két előfizető közötti információcsere folyamán 600 és 9600 kbit/s közötti sebességgel történhet a hasznos valamint a hibajavításhoz szükséges redundáns bitek átvitele. Mivel alacsonyabb átviteli sebesség esetén jobb minőségű átvitel érhető el vevőoldali hibajavítás esetén, ezért három különböző átviteli sebességet definiáltak.

Az alacsonyabb átviteli sebességek számára egy csoportot képeztek, amely a 2400 bit/s alatti és a 2400 bit/s-os sebességeket tartalmazza, és úgy kezeli, mintha mind 2400 bit/s-os lenne. A másik kettő illeszkedik a felhasználói 4800 bit/s-os és 9600 bit/s-os sebességekhez. A 4800 bit/s-os és kisebb sebességek nem feltétlenül igénylik a maximális (full-rate) csatornkapacitást, de a legmagasabb 9600 bit/s-os sebesség igen. Minél alacsonyabb az átviteli sebesség, annál jobb az átvitel minősége. A sebességgel arányos átviteli jellemzőket tartalmazza a 2. táblázat

A sebességarányos átviteli jellemzők

2. táblázat

Felhasználói átviteli sebesség	Közvetítő átviteli sebesség	Csatornatípus	Maradék bit-hibaarány
9600 bit/s	12 kbit/s	teljes sebességű	0,3%
4800 bit/s	6 kbit/s	teljes sebességű félsebességű	0,01% 0,3%
≤ 2400 bit/s	3,6 kbit/s	teljes sebességű félsebességű	0,001% 0,01%

A táblázat tartalmazza a jövőben megjelenő félsebességű csatorna alkalmazásának eseteit is. Ezekben az esetekben 9600 bit/s-nál és 4800 bit/s-nál az átvitel minősége már nem kielégítő. Ez indokolja egy másfajta hibajavító eljárás („NT”) kidolgozását.

Nem átlátszó esetben a GSM oldali kapcsolat csomagkapcsolt adatfolyamnak tekinti annak ellenére, hogy az ajánlott pont-pont közötti kapcsolat leggyakrabban hagyományos vonali szolgálat. Következésképpen, minél nagyobb a hibák valószínűsége, annál nagyobb a késleltetés is. Ebből adódóan csökken az átviteli kapacitás, viszont az átvitel minősége a fennmaradó hibákat tekintve sokkal kedvezőbb, mint transzparens üzemmódban. Egy-egy keret 240 bitből áll. A keret redundáns biteket is tartalmaz, hogy a vételi oldalon a fennmaradó hibás bitek detektálása megoldható legyen. Az eljárást, ami a vételi oldalon a hibaelenőrzést, és szükség esetén a hibás keretek ismételt elküldését végzi, Rádióösszeköttetés Protokollnak<sup>32</sup> nevezik. Nagy vonalakban a felhasználói adatfolyam (a kiegészítő információkkal együtt) 200 bites blokkokra van szabdalva, és az átviteli út másik oldalára redundáns bitekkel kiegészített 240 bites keretekben jut el. Minden keret számozott, így vételkor a redundáns biteknek köszönhetően ellenőrizhető az átvitel helyessége. Ha a vétel helyesnek bizonyul, a vevő visszaigazolást küld a keretszámok segítségével. Ha a vétel hibás, akkor negatív visszajelzés történik, és így az adóoldalnak lehetősége nyílik megismételni az adatküldést. Az RLP hasonló a jelzésűzenetek átvitelénél használt összeköttetés protokollokhoz.

Az RLP átviteli láncba való beiktatása egy új problémának a felmerülését vonzza maga után, mégpedig az átviteli sebességnek a problémáját. Ha például a 9600 bit/s-os előfizetői sebességet tekintjük, a kiegészítő bitek hozzáadása után (csakúgy, mint transzparens módban) az átvitelhez szükséges sebesség 12 000 bit/s lesz. A kérdés az, hogy honnan vegyük a hibaészleléshez, keretszámozáshoz, visszajelzésekhez, ismétlésekhez szükséges magasabb átviteli sebességet. A válasz az, hogy pont-pont közötti adatátvitel több eseténél a magasabb sebesség már létezik. Például a start/stop protokoll alkalmazása nem túlságosan hatékony. Minden nyolc bitből álló karakterhez a start és a stop bit jelzése miatt két további bit hozzáadása szükséges. Ez 20%-os sebességnövekedést jelenthet. Egy másik lehetőség alacsony szintű protokolloknál adódik, mint amilyen az X.25-ös elérés. Ezek a protokollok olyan funkciókat tartalmaznak, mint a keretszervezés, megismételt küldéses hibavédelem, amik az RLP protokollban is megvannak. Mindkét esetben (start/stop formátum, LAPB alkalmazás) az ötlet az, hogy helyettesítsük őket a GSM környezethez illő megfelelő tulajdonságokkal. Ennek a helyettesítésnek viszont az a következménye, hogy az RLP-protokoll csak bizonyos esetekben, bizonyos konfigurációkban alkalmazható, mégpedig olyanban, ahol a GSM-készülék képes felismerni az alacsonyabb rétegű protokoll használatát.

---

<sup>32</sup> Radio Link Protocol (RLP) — rádió kapcsolat.

Összegzésképpen, ha a vizsgálódásunkat a TAF és az IWF szegmensére korlátozzuk, a TAF, az IWF és a külső világ által létrehozott adatstruktúrákat elemezve megfigyelhető, hogy a rendszer négy különböző típusú átviteli kapcsolatot biztosít. Ha a félsebességű csatorna is bevezetésre kerül, akkor lehetővé válik további három adatkapcsolat, a 2400 bit/s-os, a 4800 bit/s-os és a 4800 bit/s-os kapcsolat RLP protokollal való alkalmazása is. Következésképpen a csatorna típusa egyáltalán nem közömbös szempont. Befolyással lehet az átviteli késleltetésre és a hibarányokra is. Mivel sok szolgáltatáshoz kell ismernünk ezek karakterisztikáit, az adatátviteli összeköttetés létrehozásánál figyelembe kell venni a rádiócsatorna típusát. Vagyis a TAF-nak és az IWF-nek nemcsak ismernie, de szabályoznia is kell ezt a paramétert. A 3. táblázat a hét lehetséges eset összefoglalását tartalmazza illusztrálva a kompromisszumot a sebesség, az átviteli minőség, a késleltetés és a spektrumkihasználás között. A csatornatípus oszlopban a jelölések a következők:

- F — teljes sebességű;
- H — félsebességű;
- T — átlátszó;
- NT — nem átlátszó.

A GSM-ben lehetséges hétféle adat-összeköttetés

3. táblázat

Csatornatípus	Átviteli minőség	Késleltetési idő (TAF-IWF kétirányú)
TCH/F 9.6, T	alacsony	330 ms
TCH/F 9.6, NT	magas	> 330 ms
TCH/F 4.8 (T)	közepes	330 ms
TCH/F 2.4 (T)	közepes	200 ms
TCH/H 4.8, T	alacsony	600 ms
TCH/H 4.8, NT	magas	> 600 ms
TCH/H 2.4 (T)	közepes	600 ms

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Géher Károly: Híradástechnika. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1993.
- [2] Buzás Ottó: Telefon kultúra. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1995.

## REZÜMÉ

### **Dr. Krajnc Zoltán–dr. Hadnagy Imre József**

*Doktori (PhD-) értekezés a magyar légierő doktrínáját befolyásoló tényezőkről*

A cikk a doktrínaalkotás tényezőit vizsgálja; feltárja a nemzeti biztonsági, a nemzeti katonai stratégia és katonai doktrínák kapcsolatrendszerét; meghatározza a doktrína helyét és szerepét a haderő alkalmazását szabályzó dokumentumok rendszerében; rendszerezi a magyar légierő doktrína meghatározó elemeit; szintetizálja a NATO légi hadviselési elveit a magyar légierő szellemi stratégiájának meghatározásához; összefoglalja a NATO légierő doktrínák vezetéssel kapcsolatos nézeteit, ajánlást tesz a légierő doktrína szerkezetére és tartalmára.

### **Kovács József**

*A NATO szabványosítási rendszere és a STANAG-szabványok*

A szerző a cikkben bemutatja a NATO szabványosítási rendszerét. Részletesebben foglalkozik a NATO STANAG szabványosítási (egységesítési) dokumentumaival. Felvázol egy olyan szempontrendszert, amely segítséget nyújthat az ilyen dokumentumok tanulmányozásában és feldolgozásában. Foglalkozik a katonai nemzeti szabványosítás jelenlegi helyzetével. A cikk befejező részében a szerző röviden értékeli a szabványosítási kompatibilitás területét.

### **Dr. Peták György**

*Forradalmian új fejlesztési irány a légi háborúk megvívására*

A fegyveres küzdelem megvívásának új eszközei a robotrepülőgépek egyre nagyobb fejlődésen és egyre szélesebb körű elterjesztésen mennek keresztül. Ez az új fegyver, mivel megkíméli az élőerőt, gazdaságos és hatékony forradalmasítja a fegyverkezést. Jelenlegi fejlesztési helyzetét, általános előnyeit szeretném bemutatni

### **Dr. Jakab László**

*A légierő továbbképzési osztály 1997–2001*

Az osztály megalakulását, szervezeti változásait taglalja 1997–2001. között. A cikk foglalkozik az osztály feladatrendszerének a változásaival. Végezetül ismerteti az osztálynál dolgozók névsorát ezen időszak alatt.

### **Félegyházi Török Imre**

*A drogprevenció feladatai a légierő csapatainál*

A szerző bemutatja a hazánkban elterjedt kábítószerek típusait, hatásait és veszélyeit az emberi szervezete és a katonai tevékenységekre. Röviden összefoglalja a hazai hatályos törvényi szabályozás lényegét. Összegezi a kábító-szerfogyasztás elleni fellépés hadseregben eddig megvalósult feladatait, különös tekintettel a parancsnokok ez irányú feladataira.

### **Dr. Rohács József**

*Informatikai hálózatok és intelligens eszközök a modern harcászat alapjai*

A modern harcászat alapvető változáson megy át. A legújabb technikai, technológiai lehetőség alkalmazásával a hálózatalapú harcászat és az intelligens eszközök, intelligens fegyverzet alkalmazása határozza meg az új elveket. A modern számítástechnikai hardver gyártási elvei, lehetőségei további előnyként biztosítják a mikroeszközök alkalmazhatóságát. A mikroeszközök a kisebb gazdasági potenciállal, de jelentős szakmai tudással rendelkező országok számára megnyitják a globális rendszereken belüli jelentősebb szerepvállalás lehetőségeit.

### **Szilvássy László**

*Korszerű üzemeltetési eljárások és azok mérhető paraméterei*

A harcászati repülő feladatainak végrehajtását a rendszeresített fegyverzeti eszközök hatékony alkalmazásával lehet biztosítani. Ezek hatékonyságát már a tervezés időszakában előre meghatározhatják, hogy a megfelelő számú és minőségű harceszköz kerüljön bevetésre. Az egyik ilyen fontos vizsgálat az eszközök üzemeltethetőségének vizsgálata.

### **Marton Csaba**

*Pilóta nélküli repülőeszközök mikroméretű változatainak alkalmazása felderítési feladatokra*

A precíziós fegyverek megjelenésével alapvető jelentőségűvé vált, hogy a szemben álló félről minél több és minél pontosabb információt szerezzünk. Erre a célra ma már a felderítő eszközök széles skálája áll rendelkezésre. Ezek közé sorolhatjuk a mikroméretű pilóta nélküli repülőeszközöket is. A közeljövőben ezeknek az eszközöknek gyors, forradalmi elterjedése várható. E repülőeszközök felderítési információkkal hatékonyan támogatják az önállóan tevékenykedő harccsoportokat is. A cikk röviden ismerteti a mikroméretű pilóta nélküli repülőeszköz rendszer felépítését, felderítésre történő alkalmazásának lehetőségeit, és a várható fejlesztések irányait.

## **Veres Lajos**

*Regionális versenyképesség és a közlekedési rendszerek*

A szerző EU-tapasztalatok figyelembevételével áttekinti a regionális versenyképesség összetevőit és azon belül a közlekedés szerepét, a közlekedési rendszerek gazdasági fejlődést meghatározó elemeit. A hazai régiók körében végzett kutatási eredmények alapján szoros összefüggést mutat ki a közlekedési hálózatok kiépítettsége valamint a régiók fejlettségi szintje között. A regionális repülőterek hiánya Magyarországon is hátráltatja a társadalmi-gazdasági szempontból elmaradottabb régiók felemelkedését, ezért a kérdéskör szélesebb körű vizsgálatát javasolja.

## **Szűcs Levente**

*Precíziós bombázás (Mitosz, valóság vagy reklámfogás?)*

A légi hadviselés gondolata szinte egyidős az emberiséggel. Minden korban voltak olyan álmódosók, akik a madarak röptét tanulmányozva igyekeztek meghódítani az ember számára elérhetetlennek tűnő harmadik dimenziót. Mivel a hadszíntéren a hadműveletek a földhöz kötöttek voltak, átütő sikert jelenthetett volna a meglepetés-szerű támadás a levegőből.

## **Szekeres József**

*A repülőterek talajvédelme és az eddig okozott környezeti károk felszámolásának módszerei*

A cikk foglalkozik a talajszennyezés eltávolításának technológiáját meghatározó tényezőkkel valamint a talajtisztítási eljárásokkal a talaj kiemelésével és a talaj kiemelése nélkül.

## **Békési Bertold**

*A megbízhatóság-elmélet és annak gyakorlati alkalmazása a meghibásodások valószínűségére*

A megbízhatóság-elmélet alkalmazása a mérnök-műszaki biztosítás minősítését meghatározó mutatószám-rendszer kialakításához szükségessé teszi az alapvető meghatározások ismertetését, a főbb alkalmazott képletek indoklását.

A meghibásodások jellegétől, a tervezési, a gyártási-üzemeltetési sajátosságoktól függően a meghibásodott elem, rendszer vagy az egész repülőgép üzemképes állapota javítható, vagy nem.



## **Urbán István**

*A navigáció fejlődése a XVIII. századig*

A navigációs eljárások és módszerek évezredek alatt fejlődtek ki és állandóan változtak az elérhető távolságok, a forgalom sűrűsége és a járművek sebességének folyamatos növekedése következtében. A navigáció fejlődésére jelentős hatással volt a fizika, matematika, geometria és az ezeket felhasználó csillagászat továbbá a meteorológia fejlődése.

## **Visontai Mirkó–Samu Gábor–Kiss László–Szabó Szilárd–Várkonyiné Kóczy Annamária**

*Autonóm 3D navigációs stílusok*

A járművek irányításának automatizálásával párhuzamosan egyre erősödő igényként merül fel az autonóm robotok alkalmazása, elsősorban ott, ahol szükségessé válik a közvetlen emberi beavatkozás kiváltása, mert a humán jelenlét valamilyen szempontból nem kívánatos, veszélyes vagy fizikailag lehetetlen (pl. mélytengeri kutatások, aknamezők felderítése). A szakirodalomban megtalálható ténylegesen megvalósított modellek többsége kétdimenziós.

Repülőrobotok esetén ezek a modellek nem elégségesek, ezért ennek kibővítése érdekében a szerzők kiterjesztettek egy — a klasszikus potenciálapú vezetésen alapuló — robotirányítási modellt három dimenzióba. Ez több szempontból sem volt optimális, ezért egy általánosabb (vektortér alapú) modellt használtak.

A valós idejű irányítás megköveteli, a numerikus eljárások és a lágyszámítási módszerek alkalmazását. A gyakorlatban használt, legelterjedtebb algoritmusok kiterjesztése egy általános neuro-fuzzy megoldáshoz vezetett. A számítási komplexitást vizsgálva, végül egy — a szinguláris értékfelbontáson alapuló — számítási igény-csökkentő matematikai eljárást alkalmaztak. Az eredményül kapott modell alkalmas bármilyen jellegű működésre is. Ezzel lehetővé válik az autonóm robotirányítás komplex rendszerbe helyezése (pl. helikopter irányítás).

A navigációs algoritmus működésének szemléltetése, vizsgálata és felügyelése céljából kifejlesztettek egy háromdimenziós grafikus megjelenítési környezetet is. E szimulátor segítségével az algoritmus viselkedése követhető nyomon tetszőlegesen létrehozott virtuális környezetben.

## **Teréki Csaba**

*Mobil hírközlési rendszerek II.*

Napjaink egyik legfontosabb eszközévé vált a mobiltelefon, ezért nélkülözhetetlen, hogy kicsit közelebbről is megismerkedjünk belső lelkületével működési paramétereivel.

## SZERZŐK

- Dr. Krajnc Zoltán** egyetemi adjunktus, ZMNE Légvédelmi tanszék  
mk. őrnagy
- Dr. Hadnagy Imre József** egyetemi docens, ZMNE Hadtudományi Kar, Repülő tanszék, tanszékvezető
- Kovács József** egyetemi adjunktus, ZMNE Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar, Fedélzeti rendszerek tanszék, tanszékvezető-helyettes, doktorandusz  
okl. mk. őrnagy
- Dr. Peták György** egyetemi docens, ZMNE Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar, Repülő sárkány-hajtómű tanszék  
nyá. okl. mk. ezredes
- Dr. Jakab László** ZMNE Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar, Repülőműszaki Intézet, Légierő művelettámogatási tanszék  
alezredes
- Félegyházi Török Imre** ZMNE Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar, Repülőműszaki Intézet, Légierő művelettámogatási tanszék  
alezredes
- Dr. Rohács József** egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Repülőgépek és hajók tanszék, tanszékvezető
- Szilvássy László** egyetemi tanársegéd, ZMNE Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar, Fedélzeti rendszerek tanszék, doktorandusz  
okl. mk. őrnagy
- Marton Csaba** egyetemi tanársegéd, ZMNE Vezetés- és Szervezés-tudományi Kar, Elektronikai hadviselés tanszék, doktorandusz  
mk. őrnagy
- Veres Lajos** Hazai Térségfejlesztő Rt. Elnök-vezérigazgatója  
okl. repülőmérnök, közlekedési, gazdasági mérnök
- Szűcs Levente** Ady Endre–Bay Zoltán Gimnázium, Postaforgalmi és Informatikai Szakképző Iskola, doktorandusz
- Szekeres József** ZMNE Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar, Repülőműszaki Intézet, Légierő művelettámogatási tanszék  
százados
- Békési Bertold** egyetemi tanársegéd, ZMNE Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar, Fedélzeti rendszerek tanszék, doktorandusz  
okl. mk. őrnagy
- Urbán István** egyetemi tanársegéd, ZMNE Hadtudományi Kar, Repülő tanszék, doktorandusz  
százados

<b>Visontai Mirko</b>	BMGE, egyetemi hallgató
<b>Samu Gábor</b>	BMGE, egyetemi hallgató
<b>Kiss László</b>	BMGE, egyetemi hallgató
<b>Szabó Szilárd</b>	BMGE, egyetemi hallgató
<b>Várkonyiné Kóczy Annamária</b>	egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaság- tudományi Egyetem
<b>Teréki Csaba</b> okl. mk. őrnagy	egyetemi tanársegéd, ZMNE Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar, Fedélzeti rendszerek tanszék